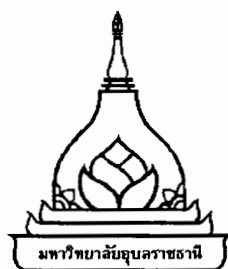


การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติและทักษะการทดลอง เรื่องสารชีวโมเลกุล
โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปราณული ნუნთვენი

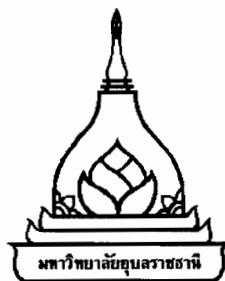
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE STUDY OF CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND
EXPERIMENTAL SKILL OF BIOMOLECULES BY USING 5E INQUIRY
LEARNING CYCLE FOR GRADE 10 STUDENTS

PRANCHALEE NONTAWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติและทักษะการทดลอง เรื่อง สารชีวโมเลกุล
โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย นางสาวปราณული นนทะวัน

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตระกูล วุฒิสถา

ประธานกรรมการ

ดร.ประนอม แซ่จึ้ง

กรรมการ

ดร.สนธิ พลชัยยา

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

..... ผอ.ผอ. แซ่จึ้ง

(ดร.ประนอม แซ่จึ้ง)

..... อ.อ. อ.อ.

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

..... อ.อ. อ.อ.

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ดร.ประนอม แซ่จึ้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวัน วุฒิสภา ที่ให้คำปรึกษา แนะนำอันมีคุณค่ายิ่ง ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน และการเขียนรายงานการวิจัย การแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ สนับสนุนให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในการวิจัยแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ ดร.สนธิ พลชัยยา ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่กรุณาให้ความรู้และสละเวลาให้คำปรึกษา ชี้แนะในการศึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษาในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมาทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร คณะครู โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ พร้อมทั้งเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณค่าอันพึงมีจากการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และคุณครูที่เคารพอย่างสูงยิ่ง หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

ปริญญ์
ปริญญ์ นนทะวัน
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติและทักษะการทดลอง เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : ปราณูชลี นนทะวัน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ประนอม แซ่จิ่ง

คำสำคัญ : ความเข้าใจเชิงมโนคติ, สารชีวโมเลกุล, วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน ทักษะการทดลอง และความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น แบบแผนการวิจัยคือแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและทดสอบเฉพาะหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและแบบทดสอบ 3 ตอน จำนวน 20 ข้อ แบบประเมินทักษะการทดลอง และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน และสถิติสหสัมพันธ์ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีคะแนนมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อเรียงลำดับมโนคติที่ถูกต้องสมบูรณ์รายเนื้อหาจากคะแนนมากไปหาน้อยได้แก่ กรดนิวคลีอิก คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และลิพิด ตามลำดับ ในเรื่องลิพิดนักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 18.75 เพราะนักเรียนขาดความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนมโนคติกับความมั่นใจในการตอบคำถามมีความสัมพันธ์เชิงบวกอยู่ในระดับสูง สำหรับผลการทดลองด้านทักษะการทดลอง พบว่า ร้อยละของคะแนนทักษะการปฏิบัติการทดลองมากที่สุด และร้อยละของคะแนนทักษะการบันทึกผลการทดลองน้อยที่สุด และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น อยู่ในระดับมาก

ABSTRACT

TITLE : THE STUDY OF CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND EXPERIMENTAL SKILLS OF BIOMOLECULES BY USING 5E INQUIRY LEARNING CYCLE FOR GRADE 10 STUDENTS

AUTHOR : PRANCHALEE NONTHAWAN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : PRANORM SAEJUENG, Ph.D.

KEYWORDS : CONCEPTUAL UNDERSTANDING, BIOMOLECULES, 5E INQUIRY LEARNING CYCLE

The objectives of this study were to explore pre - and post - conceptual understanding, experimental skills and satisfaction of students who experienced 5E inquiry learning cycle. The one - group pretest - posttest design and one - shot case study design were employed. Research samples were 44 10th Grade students studying in the second semester, academic year 2014. Research instruments were inquiry - based lesson plans, 20 questions of the three - tier test, experimenting skills evaluation rubric and satisfaction rating scales. Data were analyzed by percentage, means, standard deviation, dependent sample t - test and correlation coefficient. The findings showed that students who experienced 5E inquiry learning cycle achieved post - test score of conceptual understanding higher than that of the pre - test score at the 0.05 level of statistical significance. The rank of complete understanding based on post - test score from high to low scores were nucleic acid, carbohydrate, protein, and lipid, respectively. Students had misconceptions mostly on lipid and it was about 18.75%. This was due to the lack of abilities to recognize cause - and - effect relationships. The correlation between score of conceptual understanding and confident score in answering question was positive and was at the high level. For the experimenting skills, the students had the highest percentage for doing experimenting skills and lowest percentage for writing laboratory reports. Students satisfied with 5E inquiry learning cycle at a good level.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น	7
2.2 มโนคติวิทยาศาสตร์	9
2.3 ความพึงพอใจ	12
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 รูปแบบการวิจัย	17
3.2 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง	17
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	18
3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	30
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	31
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	32
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 ความเข้าใจเชิงมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน	34
4.2 ทักษะการทดลอง	39
4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้	42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	
ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	55
ข แผนการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น	57
ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	80
ง แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ	88
จ คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์จัดกลุ่มผู้เรียน	92
ประวัติผู้วิจัย	100

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความเข้าใจเชิงมโนคติ เรื่อง สารชีวโมเลกุล	15
3.1	ตารางกำหนดเนื้อหาและเวลาเรียน	18
3.2	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง คาร์โบไฮเดรต	19
3.3	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง ลิพิด	20
3.4	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง โปรตีน	21
3.5	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง กรดนิวคลีอิก	22
3.6	การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและวิธีแก้ไข	23
3.7	การปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	25
3.8	เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากของผลการวิเคราะห์คำตอบที่ถูก	25
3.9	เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของผลการวิเคราะห์คำตอบที่ถูก	26
3.10	เกณฑ์แปลความหมายค่าความเชื่อมั่น	26
3.11	การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล	27
3.12	เกณฑ์การออกแบบการทดลอง	27
3.13	เกณฑ์การปฏิบัติการทดลอง	28
3.14	เกณฑ์การบันทึกผลการทดลอง	29
3.15	ความหมายของระดับคะแนนในแบบประเมินทักษะการทดลอง	29
3.16	เกณฑ์การให้คะแนนคำถามวัดระดับความพึงพอใจ	30
3.17	เกณฑ์การแปลความหมายความพึงพอใจ	30
3.18	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	31
3.19	เกณฑ์การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน	32
3.20	เกณฑ์การแปลความหมายสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	32
4.1	เปรียบเทียบร้อยละคะแนนความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลทั้งชั้นเรียน	34
4.2	ร้อยละความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล	35
4.3	มโนคติและร้อยละของนักเรียนที่ตอบคำถามในมโนตินั้น ๆ ของข้อคำถาม ในภาพที่ 4.1	36
4.4	ร้อยละของการตอบคำถามกับความมั่นใจและไม่มั่นใจในคำตอบ	38
4.5	ผลการวิเคราะห์ทักษะการทดลอง เรื่อง สารชีวโมเลกุล	39
4.6	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
จ.1	การประเมินความสอดคล้อง (IOC) เกี่ยวกับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น	93
จ.2	การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับจุดประสงค์การเรียนรู้	94
จ.3	การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามระดับความสามารถของบลูม (Bloom's Revised Taxonomy)	95
จ.4	การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ	96
จ.5	การจัดกลุ่มนักเรียนโดยพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ย (GPA) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557	97
จ.6	การจัดกลุ่มนักเรียนแบบคณะเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน	99

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง โครงสร้างระดับโมเลกุลและปฏิกิริยาเคมีของสารชีวโมเลกุล	2
1.2	โมเดลการศึกษาระดับโครงสร้างโมเลกุลของโปรตีน	3
2.1	วัฏจักรการเรียนรู้แบบการสืบเสาะ 5 ขั้น	8
2.2	การเกิดความพึงพอใจของบุคคล	12
4.1	ตัวอย่างข้อคำถาม เรื่อง ลิพิด	36
4.2	การทำกิจกรรมการทดลอง (A) คาร์โบไฮเดรต (B) ลิพิด (C) โปรตีน และ (D) กรดนิวคลีอิก	39
4.3	ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ลิพิด	40
4.4	ตัวอย่างการสรุปและอภิปรายผลการทดลอง กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ลิพิด	40
4.5	ผลการวิเคราะห์ทักษะการทดลองรายเนื้อหา	41

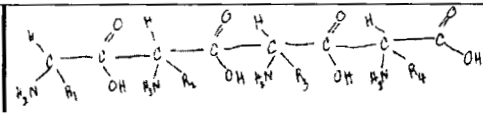
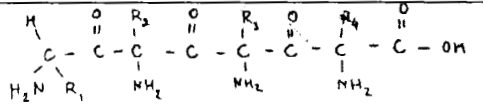
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตมนุษย์ ช่วยให้สามารถคิดค้นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคได้อย่างหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับทุกคน เพราะวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการเรียนในวิชาอื่น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2556) ได้สำรวจทัศนคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในประเทศไทย พบว่า เป็นวิชาที่ยากโดยเฉพาะส่วนที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าและบางเรื่องต้องใช้จินตนาการมากกว่า การเรียนรู้จากธรรมชาติที่พบเห็นได้โดยตรง วิชาเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เป็นแขนงหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีสาระสำคัญของวิชาเกี่ยวกับการศึกษาสารและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงระดับในระดับอะตอม โมเลกุล และไอออน การศึกษาสิ่งเหล่านี้ในวิชาเคมีบางหัวข้อไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องอาศัยจินตนาการร่วมในระหว่างเรียน จึงทำให้นักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาเคมีที่แตกต่างกันไปตามมโนคติ (concept) ของตน ทั้งมโนคติที่ถูกต้อง มโนคติที่คลาดเคลื่อนและมโนคติที่ผิด แตกต่างกันไป สารชีวโมเลกุลเป็นเนื้อหาที่มาจากการเชื่อมโยงความรู้ระดับจุลภาคไปเป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน (วรรณุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) ดังนั้นในเนื้อหาเรื่องสารชีวโมเลกุลจึงเป็นเรื่องที่ยากแก่การทำความเข้าใจ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (กมลนุช ไชยมัชฌิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) และ กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (POE) (นิศารัตน์ ทองแดง, 2555) ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล แต่ทั้งนี้ยังพบว่านักเรียนยังมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องโปรตีน คือการระบุตำแหน่งของพันธะเพปไทด์ (peptide bond) นักเรียนร้อยละ 37, .50 มีมโนคติคลาดเคลื่อนว่าพันธะเพปไทด์เป็นพันธะระหว่าง N-H และเรื่องไขมัน มีมโนคติคลาดเคลื่อนเรื่องหลอมเหลวของไขมันว่า ถ้าจำนวนคาร์บอนน้อย ก็จะทำให้จุดหลอมเหลวของไขมันน้อย แต่ถ้าจำนวนคาร์บอนมากจุดหลอมเหลวของไขมันก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (กมลนุช ไชยมัชฌิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557)

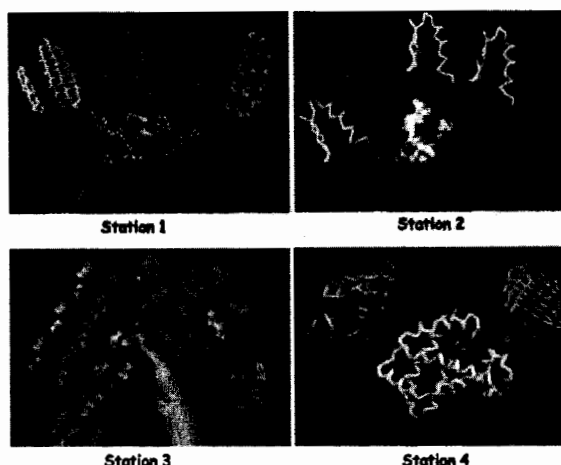
นอกจากนี้ในปีการศึกษาที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องสารชีวโมเลกุล ก็พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง พันธะเพปไทด์และการทดสอบน้ำตาลและโปรตีน ดังภาพที่ 1.1

หัวข้อโครงสร้างระดับโมเลกุล คำถามข้อที่ 2 ถ้าในสาร X มีส่วนประกอบของกรดอะมิโน 4 ชนิด ดังนี้ <table><tr><th>กรดอะมิโน A</th><th>กรดอะมิโน B</th><th>กรดอะมิโน C</th><th>กรดอะมิโน D</th></tr><tr><td>$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_1 \quad \text{OH} \end{array}$</td><td>$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_2 \quad \text{OH} \end{array}$</td><td>$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_3 \quad \text{OH} \end{array}$</td><td>$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_4 \quad \text{OH} \end{array}$</td></tr></table> จงเขียนโครงสร้างพอลิเพปไทด์ของสารนี้	กรดอะมิโน A	กรดอะมิโน B	กรดอะมิโน C	กรดอะมิโน D	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_1 \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_3 \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_4 \quad \text{OH} \end{array}$	หัวข้อปฏิกิริยาเคมีของสารชีวโมเลกุล คำถามข้อที่ 4 จากภาพนั้นมี  ส่วนผสมของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต หากต้องการทดสอบหาโปรตีนและน้ำตาลในน้ำนม จะต้องใช้สารใดในการทดสอบ ระหว่างสารละลายไอโอดีน, สารละลายเบเนดิกต์และสารละลายไบยูเรต และมีการเปลี่ยนแปลงหลังการทดสอบอย่างไร
กรดอะมิโน A	กรดอะมิโน B	กรดอะมิโน C	กรดอะมิโน D						
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_1 \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_3 \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{R}_4 \quad \text{OH} \end{array}$						
 45.45%	ทดสอบน้ำตาล โดยใช้สาร <u>สารละลายไอโอดีน</u> การเปลี่ยนแปลงที่บ่งบอกว่ามีน้ำตาล..... <u>เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอมม่วง</u> 40.90%								
 27.27%	ทดสอบโปรตีน โดยใช้สาร <u>ละลายไบยูเรต</u> การเปลี่ยนแปลงที่บ่งบอกว่ามีโปรตีน..... <u>มีตะกอนสีฟ้าเกิดขึ้น</u> 56.81%								

ภาพที่ 1.1 มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง โครงสร้างระดับโมเลกุลและปฏิกิริยาเคมีของสารชีวโมเลกุล

จากปัญหาดังกล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้ศึกษาผลคะแนนทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-Net) เนื่องจาก เรื่อง สารชีวโมเลกุลเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดหลาย ๆ ตัวชี้วัดที่ใช้ในการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-Net) จากรายงานผลคะแนนในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานที่ 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีศรีเกศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ระหว่างปีการศึกษา 2554 - 2556 พบว่ามีคะแนน เฉลี่ยระดับโรงเรียนเท่ากับ 19.22 (SD 10.62), 28.35 (SD 14.15) และ 28.25 (SD 12.37) ตามลำดับ ซึ่งผลคะแนนนี้ต่ำกว่าคะแนนค่าเฉลี่ยระดับประเทศทุกปีการศึกษา จากผลคะแนนดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องสารชีวโมเลกุลเพิ่มมากขึ้น

J. R. Roberts et al. (2005) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างมโนคติวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยการต่อโมเดล สถานที่ที่ 1 ใช้โมเดลแบบต่อที่เป็นส่วน ๆ ขั้ว ๆ เอามาต่อกัน สถานที่ที่ 2 โข่หลักเป็นเส้นลวดสังกะสี ส่วนที่นำมาต่อเป็นคาร์บอนของโซ่ข้างเป็นเหมือนกับสถานที่ที่ 1 คือเป็นข้อต่อ สถานที่ที่ 3 เป็นโมเดลแบบต่อแต่ติดแม่เหล็กเอาไว้ที่มุม เพื่อทำหน้าที่เป็นพันธะไฮโดรเจน และสถานที่ที่ 4 ใช้โมเดลแบบต่อ เหมือนกับสถานที่ที่ 1 (ภาพที่ 1.2) ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการเรียนได้เป็นอย่างดี (James H. Hageman, 2010)



ภาพที่ 1.2 โมเดลการศึกษาระดับโครงสร้างโมเลกุลของโปรตีน
ที่มา: J. R. Roberts et al., (2005: 107)

นอกจากเครื่องมือหรือสื่อการสอนจะเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนแล้ว กระบวนการหรือกลวิธีการเรียนการสอนก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้นคือกิจกรรมด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ตามตามแนวทฤษฎี Constructivism (กุลธิดา ท้วมสุข, 2554; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) มีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) และขั้นที่ 5 ประเมินผล (evaluation) ตามลำดับ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2552; ศักดิ์ศรี สุภาสร, 2554) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พนิดา กันยะกาญจน์, 2557; วารุณี อินทรบำรุง, 2554) ในการสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548; Casey M. Bethel & Reguel L. Lieberman, 2013; Edward G. Senkbeil, 1999) ด้วยการลงมือทำงานทำให้เกิดการค้นพบ (เบญจพร อินทรสด, กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิเสลา และอริสรา อีสสระรัมย์, 2554) ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ (Edward G. Senkbeil, 1999) เกิดการรับรู้ที่มีความหมายสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (กมลนุช ไชยมีขิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557; เบญจพร อินทรสด, กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิเสลา และอริสรา อีสสระรัมย์, 2554; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) และเก็บความรู้ไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน (พนิดา กันยะกาญจน์, 2557; เบญจพร อินทรสด, กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิเสลา และอริสรา อีสสระรัมย์, 2554) ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่ชีวิตประจำวันได้ (วรณุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์, 2557; พนิดา กันยะกาญจน์, 2557; Casey M. Bethel & Reguel L. Lieberman, 2013) และช่วยให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น (เบญจพร อินทรสด, กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิเสลา และอริสรา อีสสระรัมย์, 2554; ศักดิ์ศรี สุภาสร, 2554; Casey M. Bethel & Reguel L. Lieberman, 2013) ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้

ด้วยวัฏจักรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงโมเดล เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยอาศัยแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลร่วมกับกิจกรรมการทดลอง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงโมเดลก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลด้วยวัฏจักรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

1.2.1.1 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเชิงโมเดล ทั้งชั้นเรียน

1.2.1.2 เปรียบเทียบความเข้าใจเชิงโมเดล รายเนื้อหา

1.2.1.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนโมเดลกับความมั่นใจในการตอบคำถาม

1.2.2 เพื่อศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียนที่เรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลด้วยวัฏจักรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

1.2.2.1 วิเคราะห์ทักษะการทดลองทั้งชั้นเรียน

1.2.2.2 วิเคราะห์ทักษะการทดลองรายเนื้อหา

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยวัฏจักรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุล สามารถเพิ่มความเข้าใจโมเดลวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.1.1 คะแนนโมเดลทั้งชั้นเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.1.2 นักเรียนมีโมเดลที่ถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มสูงขึ้นทุกรายเนื้อหา

1.3.1.3 คะแนนโมเดลกับความมั่นใจในการตอบคำถามมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูง

1.3.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุล ทำให้นักเรียนมีทักษะการทดลองค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

1.3.2.1 นักเรียนมีคะแนนทักษะการทดลองทั้งชั้นเรียนอยู่ในระดับดี

1.3.2.2 นักเรียนมีคะแนนทักษะการทดลองอยู่ในระดับดีทุกเนื้อหา

1.3.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่องสารชีวโมเลกุล ทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจหลังเรียนอยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวน 221 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีศรีเรศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน

1.4.3 ระยะเวลาการศึกษา อยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาจำนวน 10 คาบ

1.4.4 ตัวแปรที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุล และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความเข้าใจเชิงมโนคติ, ทักษะการทดลองและความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมมีการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน และส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการที่เป็นขั้นตอนอย่างเป็นวัฏจักร

1.5.2 ความเข้าใจเชิงมโนคติ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากข้อเท็จจริง หลักการผลของการทดลองในทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปอย่างมีหลักการและสอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์

1.5.3 ระดับความเข้าใจเชิงมโนคติวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียนของนักเรียนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

1.5.3.1 มโนคติที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete understanding, CU) คือ ตอบตัวเลือกถูก เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์

1.5.3.2 มโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding, PU) คือ ตอบตัวเลือกถูก เหตุผลถูกอย่างน้อย 2 องค์ประกอบ

1.5.3.3 มโนคติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding & Specific Alternative conception, PS) ตอบตัวเลือกถูก อธิบายเหตุผลถูกบางส่วน อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ หรือตอบตัวเลือกผิด เหตุผลถูก หรือตัวเลือกถูก ไม่ตอบเหตุผล

1.5.3.4 มโนคติที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception, AC) ตอบตัวเลือกผิด อธิบายเหตุผลผิด

1.5.3.5 ไม่เข้าใจ (No Understanding, NU) ไม่ตอบตัวเลือก ไม่ตอบเหตุผล

1.5.4 การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน คือ การศึกษาการตอบคำถาม ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบร่วมกับตอนที่ 3 การเลือกระดับความเชื่อมั่นในคำตอบ มั่นใจ/ไม่มั่นใจ

1.5.5 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ใช้ในการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้ในการทดลอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง

1.5.6 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง แบบสอบถามที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 20 ข้อ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนคติที่ถูกต้อง ในเรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพิ่มสูงขึ้น

1.6.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ในการเลือกใช้กิจกรรม และสื่อการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน

1.6.3 เป็นแนวทางในการนำกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ไปใช้ในเนื้อหาอื่น ๆ หรือในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนคติที่ถูกต้องให้สูงขึ้น

1.6.4 เพื่อเพิ่มคะแนน O-Net ระดับโรงเรียนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้เพิ่มสูง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติและทักษะการทดลองเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ศึกษาดำรงเอกสาร แนวคิด และทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

2.2 มโนคติวิทยาศาสตร์

2.3 ทักษะการทดลอง

2.4 ความพึงพอใจ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

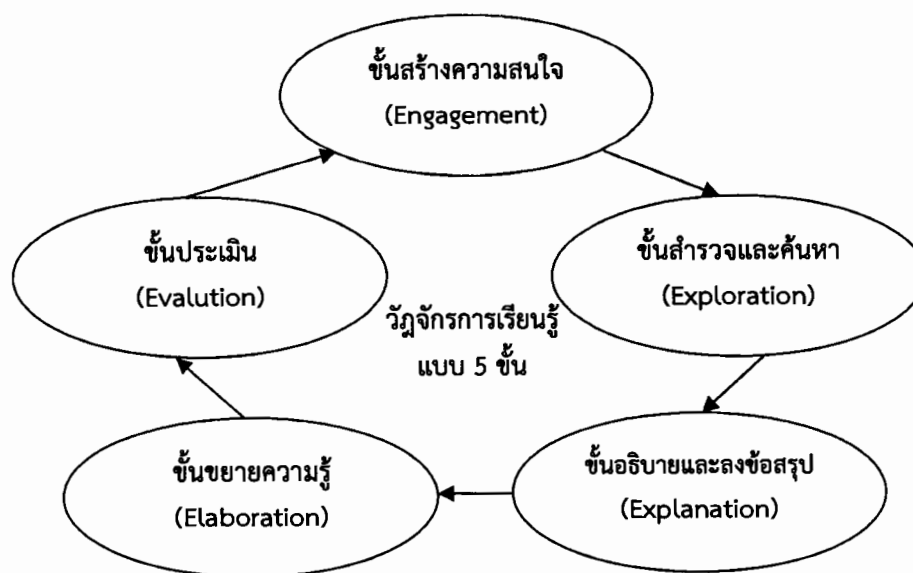
2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

2.5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลอง

2.5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

2.1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นหมายถึง รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์, 2543: 10-11) กล่าวคือ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติปรีกษาหรือ แลกเปลี่ยนความรู้และมุ่งให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองในการค้นพบความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเองที่เป็นขั้นตอน (เพ็ญสุตา แข็งกลาง, 2550: 24) โดยครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (ภัทรธินันท์ รัตนพงศ์ภัก, 2550: 16) ในการนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548: 219-220) ได้อธิบายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ที่เรียกว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบการสืบเสาะ 5 ขั้น

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548

จากภาพที่ 2.1 สามารถอธิบายได้ว่าวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนฝึกสร้างคำถาม ร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้ววางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ นำข้อมูลที่ได้อธิบายวิเคราะห์ แผลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างองค์ความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

(4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ค้นเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

(5) ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ และเพื่อให้การจัดกิจกรรมดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพทั้งนี้จะต้องคำนึงข้อดีของกิจกรรมการเรียนรู้

แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542: 126; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 60-61) สามารถสรุปได้ดังนี้

- (1) เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
- (2) เรียนรู้ด้วยการลงมือทำ เกิดการค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง
- (3) จดจำได้ดี มีความรู้ที่คงทน เชื่อมโยงความรู้เดิมเข้าความรู้ใหม่ได้ดี พัฒนาอัตรานวัตกรรม
- (4) เป็นการเรียนรู้ที่สนุกสนาน มีชีวิตชีวา มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก
- (5) เกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 มโนคติวิทยาศาสตร์

2.2.1 ความหมายของมโนคติ

มโนคติเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล การที่บุคคลหนึ่งสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะทำให้เกิดการรับรู้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) บุคคลนั้นมีการจัดลักษณะที่เหมือนกันของประสบการณ์หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบทำให้เป็นหน่วยของความคิดประสบการณ์ภายในระยะเวลาหนึ่งและมโนคตินี้อาจเปลี่ยนแปลงไปได้เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้นหรือมีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น (ศิริพร นิลโคตร, 2555; อ้างอิงจาก พันทิพา อุทัยสุข และคณะ, 2528) ซึ่งมโนคติ (Concept) สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทได้แก่มโนคติชื่อเรียก (Concrete Concept) หมายถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์ที่มีคุณสมบัติบางอย่างร่วมกันเพื่อประโยชน์ของการสื่อสารและมโนคติเชิงนิยาม (Defined Concept) หมายถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์อย่างแท้จริงสามารถให้คำอธิบายได้และยกตัวอย่างประกอบได้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531)

2.2.2 ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลัก ความเข้าใจที่เราจะสามารถสรุปลักษณะสำคัญ ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ช่วยให้เรามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ซึ่งแต่ละคนอาจจะมโนคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น ๆ และมโนคติทางวิทยาศาสตร์นี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามหลักฐานที่ค้นพบใหม่และได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ (ทวีป บรรจงเปลี่ยน, 2540; ภพ เลหาไพบูลย์, 2542; ปฐมวดี พละศักดิ์, 2557; อ้างอิงจาก วิมล สำราญวานิช, 2532; สมพิศ ภูมิช่วง, 2553) มโนคติทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.2.2.1 มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational Concepts) เป็นมโนคติที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติบอกคุณสมบัติรวมโดยการบรรยายวัตถุหรือสถานการณ์นั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน ตัวอย่างเช่น

- 1) น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง
- 2) สัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

2.2.2.2 มโนคติทางทฤษฎี (Theoretical Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่างหรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมดแต่

มีหลักฐานเป็นเหตุเป็นผลสนับสนุนและสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง โนมตีประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น โดยอาศัยจินตนาการหรือนิเวศภาพขึ้นในสมองเพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้นตัวอย่างเช่น

1) อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งประกอบด้วยโปรตอนนิวตรอนและอิเล็กตรอน

2) โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์

2.2.2.3 โนมตีเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concepts) เป็นโนมตีที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น

1) อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น

2) ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

2.2.3 การพัฒนานโนมตีทางวิทยาศาสตร์

ศิริพร นิลโคตร (2555; อ้างอิงจาก คณะอนุกรรมการการพัฒนากการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525) กล่าวว่าวิธีการสอนเพื่อให้เกิดโนมตีมีการใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียนการจัดประสบการณ์จริงให้นักเรียนได้สัมผัสมากที่สุด การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนให้รู้จักคิดหาเหตุผลสังเกตและรู้จักการจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาอย่างเห็นเด่นชัดและสิ่งเหล่านี้จะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเพื่อนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดใหม่และการเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนและบทเรียน

2.2.4 การวัดมนโนมตีทางวิทยาศาสตร์

การทดสอบวัดความรู้ (test) ด้านมนโนมตีทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาผลงานทางวิชาการพบว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถด้านมนโนมตีทางวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ อาทิ

แบบที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนตอบคำถามพร้อมทั้งการให้เหตุผลของคำตอบ คือ ขั้นที่ 1 เป็นคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ และขั้นที่ 2 เป็นการคำถามเหตุผลแบบปรนัยที่นักเรียนใช้ประกอบการตอบคำถามในตอนที่ 1 หรือการให้เหตุผลประกอบโดยการเขียนเหตุผลด้วยตนเอง (ธวัชชัย คงนุ่น, 2550) ดังตัวอย่าง

ถ้าดำและแดงกำลังอยู่ในห้องมืดทั้งสองคนจะเห็นวัตถุที่อยู่ในห้องมืดหรือไม่

- ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้เลย
- สามารถมองเห็นวัตถุได้บางส่วน
- สามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน

เหตุผลที่ใช้ประกอบการตอบคำถาม.....

แบบที่ 2 เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนตอบคำถามพร้อมทั้งการให้เหตุผลของคำตอบและใช้มาตรวัดความมั่นใจ/ไม่มั่นใจในคำตอบ (Achmad Samsudin, 2015; Bellam Sreenivasulu & R. Subramaniam, 2014) ตัวอย่างเช่น คำถาม 4 ลำดับขั้นคือ

ขั้นที่ 1 ข้อคำถามปรนัย

ขั้นที่ 2 มาตรวัดระดับความมั่นใจในคำตอบที่เลือกตอบในตอนที่ 1

ขั้นที่ 3 ข้ออธิบายเหตุผล (เป็นคำถามปรนัยที่ใช้อธิบายคำตอบในตอนที่ 1)

ขั้นที่ 4 มาตรฐานวัดระดับความมั่นใจในคำตอบที่เลือกตอบในตอนที่ 3

โดยมาตรฐานวัดความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ประกอบด้วย 1) เด่า 2) ไม่มั่นใจมาก 3) ไม่มั่นใจ 4) มั่นใจ 5) มั่นใจมาก และ 6) มั่นใจอย่างแน่นอน (Bellam Sreenivasulu & R. Subramaniam, 2014)

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ 3 ลำดับขั้น ใน 1 ข้อ ขั้นที่ 1 คำถาม เรื่อง สารชีวโมเลกุล แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ขั้นที่ 2 เขียนอธิบายเหตุผลของคำตอบ ขั้นที่ 3 มาตรฐานวัดความมั่นใจ/ไม่มั่นใจ ในการเลือกและเขียนคำตอบ

2.2.5 ทักษะการทดลอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดและการคิดต่าง ๆ ที่ผู้เรียนปฏิบัติจนเป็นความชำนาญ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2558) หรือ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลอง (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542; สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) เพื่อใช้ทักษะนี้ในการค้นคว้าและค้นพบความรู้ แก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2542; สมชัย โกมล, 2542)

ทักษะการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการด้วยวิธีใด ๆ เพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งทักษะการทดลองนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก (วราภรณ์ สีดำนิล, 2550; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551; มรินทร์ โทผาวงศ์, 2557) ได้แก่

(1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งต้องมีการกำหนดและควบคุมตัวแปร และเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ ที่จะใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

(2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึงการลงมือทำ ปฏิบัติการทดลองจริง

(3) การบันทึกผลการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต สำนวน วาด หรือวิธีอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปของตารางหรือกราฟ

ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551) จะแสดงออกใน 4 ลักษณะ ดังนี้ (1) กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ (2) วางแผนการทดลอง โดยระบุขั้นตอน อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ต้องใช้ได้ (3) ปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้จนสำเร็จ และ (4) บันทึกผลการทดลองที่ได้อย่างถูกต้องและเที่ยงตรง

ประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากผลการทดลอง (มรินทร์ โทผาวงศ์, 2557) มีหลายประการ ดังนี้

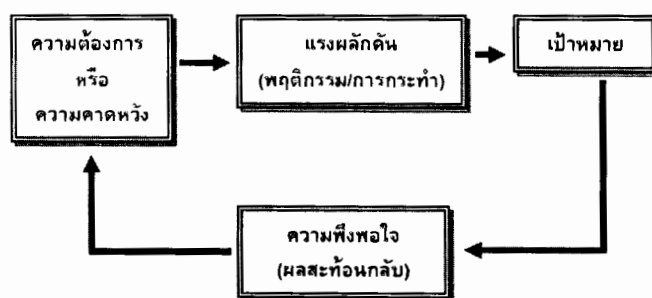
(1) นักเรียนมีประสบการณ์ตรงจากการทดลองซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

(2) เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมซึ่งเป็นกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ อันเป็นปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันทำให้ได้เรียนรู้จากของจริง

(3) เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองในการปฏิบัติการทดลอง

2.3 ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ ตรงกับศัพท์ ภาษาอังกฤษว่า Satisfaction หมายถึง สภาพของอารมณ์คือ ความรู้สึกชอบยินดีเต็มใจหรือเจตคติที่ดีของบุคคล (สกลใจ วิบูลกิจ, 2544; เยาวภา ทองหนา, 2550) ซึ่งเกิดจากการได้รับการตอบสนองความต้องการทั้งด้านวัตถุและจิตใจ (เยาวภา ทองหนา, 2550) จนเห็นว่าเป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์หรือมีคุณค่า (จิราพรรณ บุญญานุสนธิ์, 2554) หรือบรรลุความคาดหวังที่มีอยู่และเมื่อบรรลุเป้าหมายนั้นแล้วจะเกิดความพึงพอใจ (ดังภาพที่ 2.2) ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก และสิ่งที่ครูต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอน คือ การสร้างแรงจูงใจในการเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียน (รุ่งทิพา หล้าแสนเมือง, 2553)



ภาพที่ 2.2 การเกิดความพึงพอใจของบุคคล
ที่มา: Mullin, 1985

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (2555) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความพึงพอใจ 3 องค์ประกอบ คือ

(1) องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นลักษณะทางความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลองค์ประกอบทางความรู้สึกนี้มี 2 ลักษณะคือความรู้สึกทางบวกได้แก่ชอบพอใจเห็นใจและความรู้สึกทางลบได้แก่ไม่ชอบไม่พอใจเป็นต้น

(2) องค์ประกอบด้านความคิด (Cognitive Component) คือการที่สมองของบุคคลรับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับเกิดความรู้ความคิดเกี่ยวกับวัตถุบุคคลหรือสภาพขึ้นองค์ประกอบทางความคิดเกี่ยวข้องกับการพิจารณาที่มาของทัศนคติออกมาว่าถูกหรือผิดหรือไม่ดี

(3) องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior Component) เป็นความพร้อมที่จะกระทำหรือพร้อมที่จะตอบสนองต่อที่มาของทัศนคติ

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ทฤษฎีของมาสโลว์ (Maslow's general theory of human motivation) (มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2555; จิราพรรณ บุญญานุสนธิ์, 2554) ซึ่งกล่าวถึงความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ (Human basic needs) แบ่งออกเป็น 5 ชั้นและความต้องการชั้นแรกจะต้องได้รับการตอบสนองก่อน จึงจะสามารถตอบสนองความต้องการชั้นต่อไปได้โดยแบ่งความต้องการชั้นพื้นฐานของมนุษย์ออกเป็น 5 ชั้นดังนี้ (1) ความต้องการทางกาย (Physical needs) เป็นความต้องการชั้นพื้นฐานที่เป็นความจำเป็นต่อการอยู่รอดของชีวิตมนุษย์ได้แก่ความต้องการอากาศอาหารน้ำยารักษาโรคเครื่องนุ่งห่มที่อยู่

อาศัยการขับถ่ายการพักผ่อนการหลีกเลี่ยงความเจ็บปวดการเคลื่อนไหวและความต้องการทางเพศ ความต้องการหรือความคาดหวังแรงผลักดันเป้าหมาย (พฤติกรรม/การกระทำ) ความพึงพอใจ (ผลสะท้อนกลับ) (2) ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety and security needs) ได้แก่ความต้องการความมั่นคงความเท่าเทียมความเสมอภาคความไว้วางใจตลอดจนความปลอดภัยจากสิ่งแวดล้อมที่อันตราย (3) ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ (Love and belonging) ได้แก่ความต้องการความรักความใกล้ชิดความอบอุ่นเห็นอกเห็นใจความเป็นเจ้าของ (4) ความต้องการการยอมรับนับถือ (Esteem needs) ได้แก่การตระหนักในคุณค่าและความสามารถต้องการได้รับการยอมรับจากผู้อื่นการได้รับความเป็นอิสระ (5) ความต้องการที่จะบรรลุถึงความสำเร็จสมหวังในชีวิต (Selfactualization) ได้แก่ความต้องการที่อยากจะสำเร็จตามความนึกคิดหรือความคาดหวังทะเยอทะยานใฝ่ฝันภายหลังจากที่มนุษย์ได้รับการตอบสนองความต้องการทั้ง 4 ขั้นอย่างครบถ้วนแล้วความต้องการในขั้นนี้จะเกิดขึ้นและมักเป็นความต้องการที่เป็นอิสระเฉพาะแต่ละคนซึ่งต่างมีความนึกคิดใฝ่ฝันที่อยากได้รับผลสำเร็จในสิ่งสูงสุดในทัศนะของตน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

นักวิจัยหลายท่านได้สนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น กับนักเรียน จากผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (ศักดิ์ศรี สุภาพร, 2554) มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับผู้เรียนได้หลายระดับ เพราะสามารถช่วยให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น และยังเป็นการพัฒนาทักษะทางสติปัญญาขั้นสูงสำหรับผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีกด้วย ซึ่งผลการศึกษาที่สอดคล้องกับ ธวัช ยะสุคำ (2553) ที่ได้ใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิค POE และสอดแทรกการใช้คำถามในการแก้ปัญหา ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิพากษ์ ในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศรีบุญตาม โจมศรี (2553) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังมโนทัศน์ และอรรถนิฐาน สลิตไพบูลย์ (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งพบผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีการพัฒนาทักษะการคิดวิพากษ์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้น เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยสร้างความสนใจและกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิด คิดวิเคราะห์ คิดวิพากษ์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ ฝึกการแก้ปัญหาในระหว่างการเรียนรู้ ฝึกการอธิบายและให้เหตุผลจนทำให้ความรู้ที่ได้รับนั้นเป็นความรู้ที่คงทน จนสามารถมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่สามารถช่วยให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้ดี คือ การสืบเสาะแบบแนะนำ

Edward G. Senkbeil (1999) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การโบไฮเดรต ด้วยการแบบสืบเสาะแบบแนะนำกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกวิทยาศาสตร์

ด้วยวิธีการ คือ 1) กำหนดให้อ่านหนังสือเรื่อง คาร์โบไฮเดรต เน้นเรื่องโครงสร้างและการวิเคราะห์ 2) ฝึกวาดรูปโครงสร้าง 3) ทบทวนจากตำรา 4) ศึกษาโครงสร้างและความแตกต่างของสารตัวอย่าง เพื่อหาแนวทางในการวิเคราะห์ 5) สร้างแผนผังการทดลองด้วยตนเองเพื่อหาวิธีในการตรวจสอบสารตัวอย่างที่ไม่รู้จัก 6) ทำการทดลองตามที่ออกแบบเอาไว้ 7) รายงานผลการศึกษาดังแต่โครงสร้าง โดยทั่วไปของ สารตัวอย่าง, แผนผังการทดลอง, ผลการทดสอบ, การสรุป อภิปรายและเอกสารอ้างอิง จากการศึกษาพบว่า นักศึกษาประมาณ 88% มีความเข้าใจในการวิเคราะห์แยกคาร์โบไฮเดรตได้อย่างถูกต้อง จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำผ่านการลงมือทำทำให้สามารถพัฒนาการ คิดได้ดีกว่าการเรียนรู้จากการดู นอกจากนี้จะมีการศึกษาถึงการใช้การเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะแบบ แนะนำแล้วยังมีการนำการเรียนรู้แบบเดียวกันนี้มาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่นเดียวกัน Casey M. Bethel & Raquel L. Lieberman (2014) ได้ศึกษาเรื่อง โครงสร้าง และการ ทำงานของโปรตีน โดยใช้มัลติมีเดีย การสืบเสาะแบบแนะนำ และโมเดล กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ ร่วมกันระหว่าง การสอนแบบบรรยาย การให้นักเรียนสืบค้น ทำกิจกรรม Hands-on การใช้วิดีโอ สลับกันและการ สรุปความรู้ในรูปแบบการสร้างเป็นห้องเรียนโมเดล จากการจัดกิจกรรมดังกล่าวผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพของสารเข้ากับชีวิตประจำวันได้ และสามารถ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและการฟังก์ชันการทำงานได้ในระดับดีเยี่ยม และทำให้มี ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ (เบญจพร อินทรสด, กานต์ตระกูล ณ วุฒิสภา และอริสรา อิศสระชัย, 2554) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเมโนมิติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่าง โมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะแบบสำเร็จรูป ซึ่งจากผลศึกษานั้น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้สืบเสาะแบบแนะนำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่านักเรียนที่ เรียนด้วยการจัดกิจกรรมสืบเสาะแบบสำเร็จรูป และกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำมีความ คลาดเคลื่อนทางเมโนมิติน้อยกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสืบเสาะแบบสำเร็จรูป เนื่องจากพฤติกรรม การเรียนรู้ในระหว่างเรียนนั้น กลุ่มที่เรียนด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ชอบให้ เหตุผล ซึ่งการให้เหตุผลเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้อย่างแท้จริง สามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในข้อคำถามต่าง ๆ และสามารถอธิบายประกอบการ เลือกตอบได้อย่างถูกต้องไม่ใช้การเลือกตอบที่มาจากใจเดา

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับเมโนมิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

กมลนุช ไชยมิชฌิม และเสนอ ชัยรัมย์ (2557); วรณุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์ (2557) ได้ศึกษามโนมิติที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยกระบวนการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ กมลนุช ไชยมิชฌิม และเสนอ ชัยรัมย์ (2557) และการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะแบบแนะนำ (วรณุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) พบว่านักเรียนมีมโนมิติ วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน (วรณุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) แต่ส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องบางส่วนและเข้าใจผิดเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล (กมลนุช ไชยมิชฌิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) หรือมีมโนมิติที่คลาดเคลื่อนในระดับสูง ในข้อคำถามในลักษณะประยุกต์ หรือคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ (วรณุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) ดังตัวอย่างเช่น ความเข้าใจเชิงมโนมิติที่คลาดเคลื่อน (กมลนุช ไชยมิชฌิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) ดังตารางที่ 2.1



ตารางที่ 2.1 ความเข้าใจเชิงมโนคติ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

มโนคติที่ต้องพัฒนา	ตัวอย่างมโนคติ								
ปฏิกิริยาเคมีในสารประกอบคาร์โบไฮเดรต ผลการศึกษา: มโนคติที่ถูกต้อง 12.50 % มโนคติที่คลาดเคลื่อน 30.25% มโนคติที่ผิด 56.25%	ข้อคำถามเป็นแนวคำถามระดับคิดวิเคราะห์ <table border="1"> <thead> <tr> <th>สารที่ใช้ทดสอบ</th><th>ผลที่สังเกตได้</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เติมสารละลาย NaOH และ CuSO_4</td><td>เปลี่ยนเป็นสีม่วง</td></tr> <tr> <td>ต้มกับสารละลายเบนดิกล์</td><td>เกิดตะกอนสีแดงอิฐ</td></tr> <tr> <td>ต้มกับสารละลาย HCl ทำให้เป็นกลาง ด้วย NaOH แล้วเติมสารละลายเบนดิกล์</td><td>เกิดตะกอนสีแดงอิฐ</td></tr> </tbody> </table> แนวคำตอบมโนคติที่ถูกต้อง 12.50 % “น้ำตาลซูโครสไม่สามารถทดสอบด้วยสารละลายเบนดิกล์ เพราะไม่สามารถรีดิวซ์ Cu^{2+} เป็น Cu^+ ได้ จึงไม่เปลี่ยนสีของสารละลายเบนดิกล์”	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลที่สังเกตได้	เติมสารละลาย NaOH และ CuSO_4	เปลี่ยนเป็นสีม่วง	ต้มกับสารละลายเบนดิกล์	เกิดตะกอนสีแดงอิฐ	ต้มกับสารละลาย HCl ทำให้เป็นกลาง ด้วย NaOH แล้วเติมสารละลายเบนดิกล์	เกิดตะกอนสีแดงอิฐ
สารที่ใช้ทดสอบ	ผลที่สังเกตได้								
เติมสารละลาย NaOH และ CuSO_4	เปลี่ยนเป็นสีม่วง								
ต้มกับสารละลายเบนดิกล์	เกิดตะกอนสีแดงอิฐ								
ต้มกับสารละลาย HCl ทำให้เป็นกลาง ด้วย NaOH แล้วเติมสารละลายเบนดิกล์	เกิดตะกอนสีแดงอิฐ								
โครงสร้างระดับโมเลกุลของโปรตีน ผลการศึกษา: มโนคติที่ถูกต้อง 0 % มโนคติที่คลาดเคลื่อน 62.50% มโนคติที่ผิด 37.50%	ข้อคำถามเป็นแนวคำถามระดับความเข้าใจ “ระบุตำแหน่งของพันธะเพปไทด์ (peptidebond)” แนวคำตอบมโนคติที่ผิด 37.50% “พันธะเพปไทด์เป็นพันธะระหว่าง N-H เพราะธาตุ N มีค่า EN สูงกว่า H จึงมีแรงดึงดูดมากเพราะเป็นพันธะที่แข็งแรง เรียกว่าพันธะเพปไทด์”								
สมบัติของสารประกอบลิพิด ผลการศึกษา: มโนคติที่ถูกต้อง 25.00 %, มโนคติที่คลาดเคลื่อน 62.50% และมโนคติที่ผิด 12.50%	ข้อคำถามเป็นแนวคำถามระดับคิดวิเคราะห์ โดยกำหนดสูตรโมเลกุลของกรดไขมันมาให้ 4 ชนิดได้แก่กรดไขมัน A มีสูตรโมเลกุล $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ กรดไขมัน B มีสูตรโมเลกุล $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ กรดไขมัน C มีสูตรโมเลกุล $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$ และกรดไขมัน D มีสูตรโมเลกุล $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$ ให้นักเรียนเรียงลำดับจุดหลอมเหลวของกรดไขมันจากน้อยไปมาก แนวคำตอบมโนคติที่คลาดเคลื่อน 62.50% “ถ้าจำนวนคาร์บอนน้อย ก็จะทำให้จุดหลอมเหลวของไขมันน้อย แต่ถ้าจำนวนคาร์บอนมาก จุดหลอมเหลวของไขมันก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย”								

การที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวเนื่องจากเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบยังคงเป็นเหตุผลในขั้นพื้นฐาน ทั้งนี้เนื่องจากจาก เรื่อง สารชีวโมเลกุลเป็นเนื้อหาเคมีขั้นสูงเป็นเนื้อหาที่ยากแก่การทำความเข้าใจ ซึ่งนักเรียนที่จะเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลได้เข้าใจมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเข้าใจพื้นฐาน เรื่อง เคมีอินทรีย์มาก่อน (กมลนุช ไชยมีขิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557)

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลอง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังรูปตัววี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล (กนกรัตน์ ศิริแจ่ม, 2557) พบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะการทดลอง) ในระดับดีซึ่งสอดคล้องกับ อุบลวรรณ ใต้ทอง (2554) และมีรันตี โทผาวงศ์

(2557) ที่ได้จัดการเรียนรู้แบบทำน่าย – สังเกต – อธิบาย เพื่อพัฒนาทักษะการทดลอง ซึ่งพบว่า นักเรียนมีทักษะการทดลองอยู่ในระดับดี เนื่องมาจาก การเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะตามแนววิธีการทาง วิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนใช้ความคิดในการออกแบบ วิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผลและ พิจารณาคำอธิบายเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตนเองสร้างไว้ โดยมุ่งเน้นให้นักฝึกนักเรียนปฏิบัติการ ทดลองด้วยตนเอง ทำการทดลองอย่างเป็นระบบ (นุจรี มณีจันทร์, 2553; อุบลวรรณ ใต้ทอง, 2554; ศรัญญา แวงชิน, 2555; มิรันตี โทผาวงศ์, 2557) และการมีคู่มือในการปฏิบัติกิจกรรมทำให้นักเรียน ทำการทดลองอย่างมั่นใจมากขึ้น (นุจรี มณีจันทร์, 2553)

2.4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

มีผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษาการประเมินความพึงพอใจหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ โดยมีหัวข้อในการประเมิน ดังนี้ ด้านการจัดการเรียนรู้ (ศรัญญา แวงชิน, 2555; พชรวรรณ มีหนองหว้า, 2556; กมลนุช ไชยมัทซิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) ด้านเนื้อหา ด้านสื่อการเรียนรู้ (ศรัญญา แวงชิน, 2555) และด้านบทบาทของครู (กมลนุช ไชยมัทซิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ พบว่านักเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกหัวข้อประเมิน (ศรัญญา แวงชิน, 2555; พชรวรรณ มีหนองหว้า, 2556; กมลนุช ไชยมัทซิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิจัย การเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้ฝึกการวางแผน การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง นำความรู้จาก กิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในการอธิบายเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ (ศรัญญา แวงชิน, 2555; พชรวรรณ มีหนองหว้า, 2556; กมลนุช ไชยมัทซิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมนโมติและทักษะการทดลอง เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวิธีการดำเนินการดังนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบดังนี้

3.1.1 การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One - group pre - test and post - test design) สำหรับแบบวัดความเข้าใจเชิงมนโมติซึ่งมีรูปแบบดังนี้

T_1 ----- X ----- T_2

โดยที่ T_1 คือ การสอบก่อนเรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (Pre - test)

X คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

T_2 คือ การสอบหลังเรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (Post - test)

3.1.2 การทดสอบเฉพาะหลังเรียน (One – shot case study) สำหรับการวัดความเข้าใจเชิงมนโมติกับความมั่นใจ/ไม่มั่นใจในการตอบคำถามของนักเรียน, ทักษะการทดลองและแบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียน

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 5 ห้อง รวม 221 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 44 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาตำราและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

3.3.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ รายวิชาเคมีพื้นฐาน ว 31131 เรื่อง สารชีวโมเลกุล สาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 3.2 ตัวชี้วัดที่ ว 3.2 ม. 4-6/7 – 9 คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.1.3 ศึกษารายละเอียดเนื้อหา เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

3.3.1.4 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน รวมทั้งการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้แต่ละครั้ง โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ และการจัดการเรียนรู้

3.3.1.5 กระบวนการในการเรียนรู้ แบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 4 แผน รวม 10 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบความรู้ แบบฝึกหัด สื่อการเรียนรู้ และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งแต่ละแผนขึ้นอยู่กับบริบทของเนื้อหาวิชาในแผนนั้น ๆ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กำหนดเนื้อหาและเวลาเรียน

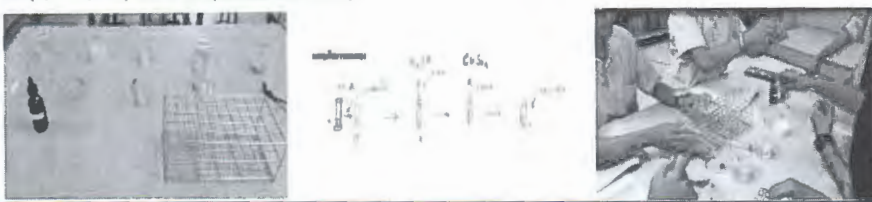
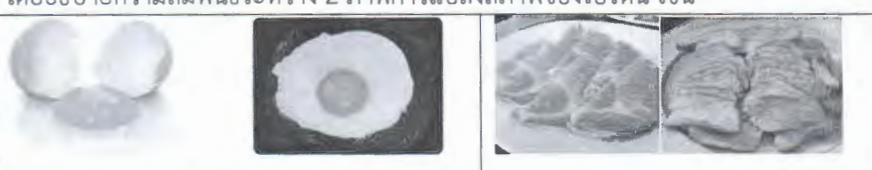
แผนการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	ชั่วโมง
1	คาร์โบไฮเดรต	3
2	ลิพิด	2
3	โปรตีน	3
4	กรดนิวคลีอิก	2

3.3.1.6 เขียนแผนให้สอดคล้องกับเนื้อหา เวลา และสอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุลดังนี้

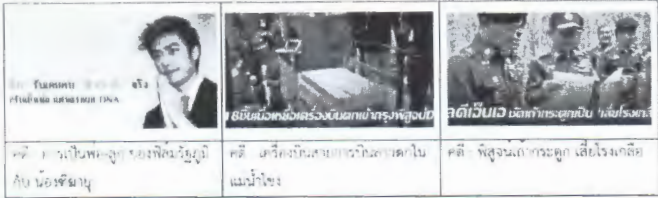
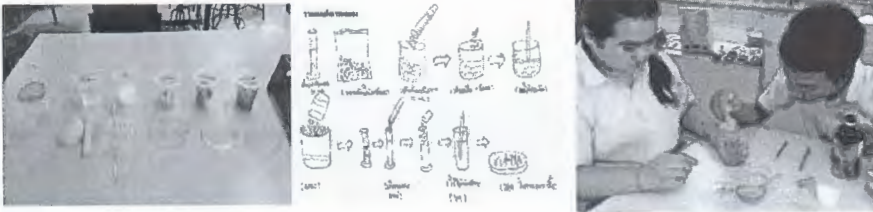
ตารางที่ 3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง ลิพิด

ขั้นตอน/เนื้อหา	ลิพิด
ขั้นสร้างความสนใจ	ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับการความรู้พื้นฐานเดิมเกี่ยวกับไขมันและน้ำมัน ประกอบกับการใช้คำถามในการอธิบายความสัมพันธ์ของภาพทั้งหมด 
ขั้นสำรวจและค้นหา	กิจกรรมที่ 1 นักเรียนศึกษาและอธิบายลักษณะทางกายภาพของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันหมู พร้อมทั้งศึกษาโครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ของโครงสร้างโมเลกุลกับคุณสมบัติของกรดไขมัน <chem>CCCCCCCCCCCCCCCC</chem> <chem>CCCCCCCC=CCCCCCCC</chem> กิจกรรมที่ 2 เป็นการทำกิจกรรมเพื่อศึกษาปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวกับกรดไขมันไม่อิ่มตัว 
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	นักเรียนอภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม นำเสนอผลการทดลองและอภิปรายร่วมกัน ภายในห้องและสรุปองค์ความรู้ของตนเอง
ขั้นขยายความรู้	นักเรียนทำกิจกรรมขยายความรู้สู่ชีวิตประจำวัน โดยการศึกษาปฏิกิริยาสaponification ครูให้นักเรียนศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างภาพ A และ ภาพ B โดยการทดสอบน้ำบาดาล และน้ำดื่ม (น้ำกระด้าง และน้ำอ่อน)   ภาพ A ภาพ B
ขั้นประเมินผล	นักเรียนทำแบบฝึกหัด นักเรียน และครูร่วมกันเฉลย และตรวจแบบฝึกหัด

ตารางที่ 3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง โปรตีน

ขั้นตอน/เนื้อหา	โปรตีน
ขั้นสร้างความสนใจ	ครูแนะนำ ชี้ให้เห็นความสำคัญของโปรตีนโดยใช้ คลิปวิดีโอ “เด็กขาดสารอาหารในแอฟริกา” และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสำรวจและค้นหา “นักเรียนทราบหรือไม่ว่าโปรตีนเกิดขึ้นได้อย่างไร”
ขั้นสำรวจและค้นหา	<u>กิจกรรมที่ 1</u> เพื่อศึกษาโครงสร้างระดับโมเลกุลโดยใช้ แบบจำลองโครงสร้างโมเลกุล (Model Kit) เพื่อ 1) ให้นักเรียนศึกษาธาตุองค์ประกอบของโปรตีน โดยสังเกตสิ่งที่มีเหมือนกันและแตกต่างกันของกรดอะมิโน 3 ชนิด 2) ศึกษาโครงสร้างของกรดอะมิโน ตำแหน่งและหมู่ฟังก์ชัน 3) การเกิดพันธะเพปไทด์  <u>กิจกรรมที่ 2</u> ตามหาโปรตีน เป็นการทำกิจกรรมที่สืบเนื่องมาจากการตอบคำถาม “นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบโปรตีนอย่างไร และจะเชื่อได้อย่างไรว่าสิ่งที่ตรวจสอบเป็นโปรตีน” โดยให้นักเรียนหาสารปริศนา 5 ชนิด คือ A (ไข่ขาว) B (นม) C (น้ำตาล) D (น้ำมันพืช) และ E (โปรตีนเกษตร) 
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	นักเรียนอภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม นำเสนอผลการทดลองและอภิปรายร่วมกันภายในห้องและสรุปองค์ความรู้ของตนเอง
ขั้นขยายความรู้	นักเรียนทำกิจกรรมขยายความรู้สู่ชีวิตประจำวัน โดยการศึกษาการแปลงสภาพของโปรตีน โดยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ภาพการแปลงสภาพของโปรตีน เช่น 
ขั้นประเมินผล	นักเรียนทำแบบฝึกหัด นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยและตรวจแบบฝึกหัด

ตารางที่ 3.5 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน เรื่อง กรดนิวคลีอิก

ขั้นตอน/เนื้อหา	กรดนิวคลีอิก
ขั้นสร้างความสนใจ	ครูใช้ภาพข่าวและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ในภาพทั้ง 3 ภาพ  ร่วมกับการใช้ประกอบคำถาม ดังนี้ - นักเรียนคิดว่า ผลการตรวจ DNA นำเชื่อถือมากเพียงใด เพราะอะไร - นักเรียนเคยเห็น DNA/เคยจับต้อง DNA หรือไม่ ถ้าเคยเห็นมีลักษณะอย่างไร
ขั้นสำรวจและค้นหา	กิจกรรมที่ 1 เพื่อศึกษาการสกัด DNA  กิจกรรมที่ 2 นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง What is DNA พร้อมทั้งตอบคำถาม, วิเคราะห์ เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่าง DNA และ RNA 
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	นักเรียนอภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม นำเสนอผลการทดลองและอภิปรายร่วมกันภายในห้องและสรุปองค์ความรู้ของตนเอง
ขั้นขยายความรู้	นักเรียนทำกิจกรรมขยายความรู้สู่ชีวิตประจำวัน โดยการศึกษาบทความ เรื่อง DNA รหัสประจำตัวของสิ่งมีชีวิต วิเคราะห์ความสัมพันธ์ DNA ของคนในครอบครัว โดยใช้หลักฐานคือ ลายพิมพ์ DNA พร้อมตอบคำถาม
ขั้นประเมินผล	นักเรียนทำแบบฝึกหัด นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยและตรวจแบบฝึกหัด

3.3.1.7 ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับความตรงของเนื้อหา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความสอดคล้องของเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความถูกต้องของเนื้อหากับกระบวนการจัดการเรียนรู้และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ก)

3.3.1.8 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของรูปแบบการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ดังตาราง 3.6

ตารางที่ 3.6 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและวิธีแก้ไข

ที่	ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ	วิธีแก้ไข
1	แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต - เพิ่มสารตัวอย่างในการทดสอบ คาร์โบไฮเดรต	- ในการทดลอง “การทดสอบหาคาร์โบไฮเดรต” สารตัวอย่าง คือ น้ำสับปะรด นมจืด, วุ้นเส้น, SPY (white), น้ำเชื่อม และเพิ่ม สารละลายผักหวาน อีก 1 ชนิด
2	แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลิพิด - เพิ่มกิจกรรมในชั้นขยายความรู้	กิจกรรมที่เพิ่ม คือ - ให้นักเรียนสังเกตภาพฟองสบู่ ระหว่าง ภาพ A มีฟองน้ำ ภาพ B มีฟองน้อยและให้นักเรียนระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดข้อแตกต่างระหว่างภาพทั้งสอง - การทดสอบปฏิกิริยาระหว่างสบู่กับน้ำอุ่นและน้ำกระด้าง
3	แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน - เพิ่มสารตัวอย่างในการทดสอบ ในกิจกรรม “ตามหาโปรตีน”	ในการทดลอง “ตามหาโปรตีน” มีสารตัวอย่างในการทดสอบ ดังนี้ - A คือ ไข่ขาว เป็นตัวแทนโปรตีนจากสัตว์ - B คือ น้ำเต้าหู้ เป็นตัวแทนโปรตีนจากพืช - C คือ สารละลายน้ำตาลทราย - D คือ น้ำมันพืช เพิ่มสารทดสอบ คือ - E คือ โปรตีนเกษตร

3.3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วในหัวข้อ 3.3.1.8 ไปทดลองจัดการเรียนรู้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศรีเรศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 42 คน (ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอน การวัดผลและเวลาที่ใช้

3.3.1.10 แก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ก่อนนำไปใช้สอนจริงกับกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 ข้อ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามทศนของบลูม (Bloom's Revised taxonomy) ซึ่งประกอบด้วย ชั้นความรู้ความจำ ชั้นความเข้าใจ ชั้นการนำไปใช้ และ

ชั้นวิเคราะห์ ซึ่งมีค่าดัชนีความยากอยู่ตั้งแต่ 0.24 - 0.80 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.69 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.88 มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผลเทคนิคการสร้างข้อสอบ

3.3.2.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ รายวิชาเคมีพื้นฐาน ว 31131 เรื่อง สารชีวโมเลกุล สารการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 3.2 ตัวชี้วัดที่ ว 3.2 ม. 4 - 6/7 - 9 คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อนำไปสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

3.3.2.3 สร้างข้อสอบโดยให้มีข้อสอบอยู่ในระดับความรู้ความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ และระดับวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ

3.3.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ความชัดเจน ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คำนวณตามสูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N} \quad (1)$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้อง

ΣR = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

+1 หมายถึง เห็นว่าคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 หมายถึง เห็นว่าคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

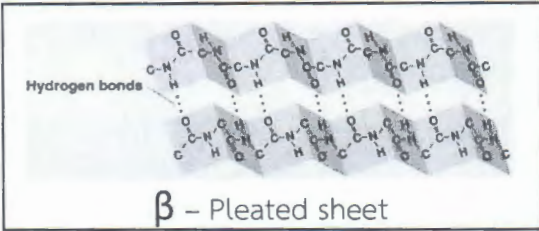
เกณฑ์การแปลความหมาย

ค่า $IOC \geq .05$ หมายความว่า คำถามนั้นวัดตรงจุดประสงค์

ค่า $IOC < .05$ หมายความว่า คำถามนั้นวัดไม่ตรงจุดประสงค์

ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญดังตัวอย่างในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะ	วิธีการแก้ไข
ควรให้โครงสร้างของแผ่นพรีทปี้ดด้วย และเขียนภาษาอังกฤษกำกับเพราะเป็นทับศัพท์ ข้อคำถามเดิม: รูปแบบ “แผ่นพรีทปี้ด” ของสายพอลิเอปไทด์ จัดอยู่ในโครงสร้างระดับใดของโปรตีน ก. ปฐมภูมิ ข. ทติยภูมิ ค. ตติยภูมิ ง. จตุรภูมิ เพราะ เป็นโครงสร้างที่เกิดจากกรดอะมิโนที่อยู่ภายในสายพอลิเอปไทด์เดียวกัน ทำปฏิกิริยากันด้วยพันธะไฮโดรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในตำแหน่งที่เว้นระยะห่างสม่ำเสมอ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ	ปรับปรุงแก้ไข: รูปแบบ “แผ่นพรีทปี้ด” ของสายพอลิเอปไทด์ จัดอยู่ในโครงสร้างระดับใดของโปรตีน 

3.3.2.5 นำไปหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยดำเนินการดังนี้

1) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 20 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีศรีเรศ ที่เคยเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล มาแล้ว จำนวน 35 คน

2) นำผลการตรวจคะแนน มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความยากและดัชนีอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's Alpha) โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูล ดังนี้

- ค่าความยาก (P) ของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551: 212)

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากของผลการวิเคราะห์คำตอบที่ถูก

ค่าความยากของข้อสอบ	ความหมาย
0.80 – 1.00	ง่ายมาก
0.60 – 0.79	ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	ปานกลาง
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก
0.00 – 0.19	ยากมาก

- ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยวิธีของ (Brennan) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 90)

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของผลการวิเคราะห์คำตอบที่ถูก

ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ	ความหมาย
0.60 – 1.00	ดีมาก
0.40 – 0.59	ดี
0.20 – 0.39	พอใช้
0.10 – 0.19	ค่อนข้างต่ำควรปรับปรุง
0 – 0.09	ต่ำมากควรตัดทิ้ง

- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา α -coefficient ของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 102-103)

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์แปลความหมายค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น	ความหมาย
0.00 – 0.20	ความเชื่อมั่นต่ำมาก/ไม่มีเลย
0.21 – 0.40	ความเชื่อมั่นต่ำ
0.41 – 0.70	ความเชื่อมั่นปานกลาง
0.71 – 1.00	ความเชื่อมั่นสูง

โดยเลือกข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 ค่าดัชนีอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป

3) การคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความยากอยู่ตั้งแต่ 0.24 - 0.80 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.69 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.88

3.3.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล จำนวน 20 ข้อ ที่มีคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตารางที่ 3.11 การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล

เรื่อง	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)				
	จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	รวม
คาร์โบไฮเดรต	2	1	1	2	6
ไขมัน	1	1	1	1	4
โปรตีน	2	1	2	1	6
กรดนิวคลีอิก	1	2	-	1	4
รวมทั้งหมด	6	5	4	5	20

3.3.3 แบบประเมินทักษะการทดลอง

แบบประเมินทักษะการทดลอง ประกอบด้วยแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินทักษะการทดลอง ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง

3.3.3.1 ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินทักษะการทดลอง

3.3.3.3 กำหนดและสร้างแบบประเมินทักษะการทดลอง และเกณฑ์การประเมินทักษะการทดลอง โดยปรับปรุงมาจาก พชรวรรณ มีหนองหัว (2556) และมิรันตี โทผาวงษ์ (2557) ดังตารางที่ 3.12 – 3.14

3.3.3.4 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไขความถูกต้องเหมาะสม

3.3.3.5 นำแบบประเมินทักษะการทดลอง และเกณฑ์การประเมินทักษะการทดลอง ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.3.3.6 จัดทำแบบประเมินทักษะการทดลองและเกณฑ์การประเมินทักษะการทดลอง ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเพื่อใช้เป็นเครื่องมือประเมินกับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์การออกแบบการทดลอง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การออกแบบขั้นตอนการทดลอง	3	แสดงขั้นตอนและลำดับการทดลองถูกต้อง
	2	แสดงเฉพาะบางขั้นตอน แต่ลำดับในการทดลองยังถูกต้อง
	1	แสดงเฉพาะบางขั้นตอนและลำดับในการทดลองไม่ถูกต้อง
	0	ไม่แสดงขั้นตอนและลำดับในการทดลอง
2. สารเคมี	3	ระบุปริมาณของสารเคมี เช่น แอลกอฮอล์ 10 ml ที่ใช้ทุกตัวทุกขั้นตอน
	2	ระบุเฉพาะปริมาณหรือสารเคมีที่ใช้บางตัวในแต่ละขั้นตอน
	1	ระบุเฉพาะสารเคมีที่ใช้บางตัวในแต่ละขั้นตอน
	0	ไม่ระบุปริมาณและสารเคมีในแต่ละขั้นตอน
3. อุปกรณ์การ	3	ระบุเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น หลอดทดลอง ปีกเกอร์

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์การออกแบบการทดลอง (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ทดลอง		กระบอกตวง หลอดหยด เป็นต้นได้ครบถ้วนในแต่ละขั้นตอน
	2	ระบุเฉพาะเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น หลอดทดลอง ปีกเกอร์ กระบอกตวง หลอดหยด เป็นต้น บางตัวในแต่ละขั้นตอน
	1	ระบุเฉพาะเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ เช่น หลอดทดลอง ปีกเกอร์ กระบอกตวง หลอดหยด เป็นต้น บางตัวบางขั้นตอน
	0	ไม่ระบุเครื่องมือและอุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอน
4. ตัวแปรควบคุม	3	แสดงรายละเอียดที่จำเพาะ เช่น จำนวนหยด เขย่า กวน ต้ม ได้ครบถ้วนในแต่ละขั้นตอน
	2	แสดงรายละเอียดที่จำเพาะ เช่น จำนวนหยด เขย่า กวน ต้ม ได้ไม่ครบถ้วนในแต่ละขั้นตอน
	1	แสดงรายละเอียดที่จำเพาะ เช่น จำนวนหยด เขย่า กวน ต้ม ได้บางขั้นตอน
	0	ไม่แสดงรายละเอียดที่จำเพาะในแต่ละขั้นตอน

ตารางที่ 3.13 เกณฑ์การปฏิบัติการทดลอง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การปฏิบัติการทดลอง	3	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน ใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง
	2	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน ใช้อุปกรณ์การทดลองได้ไม่ถูกต้อง 1 อย่าง
	1	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน ใช้อุปกรณ์การทดลองได้ไม่ถูกต้อง 3 อย่าง
	0	ปฏิบัติการทดลองไม่ถูกต้อง ไม่เป็นลำดับขั้นตอน
2. การบันทึกผลระหว่างการทดลอง	3	มีการบันทึกผลการทดลองควบคู่ไปกับการทำการทดลองอย่างสม่ำเสมอ มีการบันทึกรายละเอียด เช่น สี ตะกอน ก่อนทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลหลังทำการทดลอง
	2	มีการบันทึกผลการทดลองควบคู่ไปกับการทำการทดลองในบางขั้นตอน ไม่สม่ำเสมอ และมีการบันทึกรายละเอียด เช่น สี ตะกอนก่อนทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลหลังทำการทดลอง
	1	มีการบันทึกผลการทดลองหลังจากทำการทดลองเสร็จแล้วทั้งหมด มีการบันทึกรายละเอียด เช่น สี ตะกอนในเฉพาะส่วนผลหลังทำการทดลอง
	0	ไม่บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.14 เกณฑ์การบันทึกผลการทดลอง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การนำเสนอข้อมูลและสรุปผลการทดลอง	3	- นำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ - บันทึกข้อมูลได้ชัดเจน ครบถ้วน - ลงข้อสรุปและอภิปรายผลสอดคล้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ครอบคลุมเนื้อหา โดยอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎี
	2	- นำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ - บันทึกข้อมูลในรูปได้ชัดเจน ครบถ้วน - ลงข้อสรุปและอภิปรายผลสอดคล้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ครอบคลุมเนื้อหา
	1	- นำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ - บันทึกข้อมูลในรูปได้ไม่ครบ - ลงข้อสรุปหรืออภิปรายผลสอดคล้องกับข้อมูลแต่ไม่ครอบคลุมเนื้อหา
	0	ไม่มีตารางบันทึกผลและไม่สรุปผลการทดลอง

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้โดยการให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อ ดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 ความหมายของระดับคะแนนในแบบประเมินทักษะการทดลอง

คะแนน (ร้อยละ)	ความหมาย
80-100	ดีเยี่ยม
75-79	ดีมาก
70-74	ดี
65-69	ค่อนข้างดี
60-64	ปานกลาง
55-59	ควรปรับปรุง
50-54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
0-49	ไม่ผ่านเกณฑ์

3.3.4 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ

3.3.4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.3.4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้มาตรวัดแบบ Likert scale 5 ระดับ (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์, 2547: 121 - 122) จำนวน 20 ข้อ และ

ข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 1 ข้อโดยแบ่งความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตาราง 3.16

ตารางที่ 3.16 เกณฑ์การให้คะแนนคำถามวัดระดับความพึงพอใจ

ระดับความพึงพอใจ	คะแนน
พึงพอใจมากที่สุด	5
พึงพอใจมาก	4
พึงพอใจปานกลาง	3
พึงพอใจน้อย	2
พึงพอใจน้อยที่สุด	1

สำหรับเกณฑ์ในการแปลความหมาย มีดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 เกณฑ์การแปลความหมายความพึงพอใจ

ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	ความหมาย
4.51 - 5.00	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.51 - 3.50	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 - 1.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.3.4.3 ตรวจสอบแบบสอบถามโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

3.3.4.4 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

3.3.4.5 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

3.4.1 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลก่อนเรียน ใช้เวลา 50 นาที

3.4.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องสารชีวโมเลกุล จำนวน 4 แผน เป็นเวลา 10 ชั่วโมง พร้อมกับประเมินทักษะการทดลอง

3.4.3 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล หลังเรียน ใช้เวลา 50 นาที

3.4.4 นักเรียนทำแบบประเมินวัดความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

3.4.5 เก็บรวบรวมข้อมูล จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลก่อน และหลังเรียน แบบประเมินทักษะการทดลอง และแบบประเมินความพึงพอใจ แล้วนำมาวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการดำเนินการจัด กระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน

3.5.1.1 การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนมติก่อนเรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนโดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนน คือ ข้อสอบแต่ละข้อมีคะแนน 2 คะแนน ดังตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำตอบ	คะแนน
ตอบตัวเลือกถูกต้อง	1 คะแนน
ตอบเหตุผลถูกต้อง	1 คะแนน
ตอบเหตุผลถูกต้องบางส่วน	0.1 – 0.9 คะแนน (ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่ตอบถูก)
ตอบผิด	0 คะแนน

วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ร้อยละ (percentage) และการใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Samples

3.5.1.2 การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนมติ รายเนื้อหา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมี เกณฑ์การตรวจที่ปรับปรุงมาจาก นิสารัตน์ ทองแดง (2555) ในการจำแนกความเข้าใจ 5 ระดับ ได้แก่

- 1) มโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete understanding, CU) คือ ตอบตัวเลือก ถูก เหตุผลถูก
- 2) มโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding, PU) คือ ตอบตัวเลือกถูก เหตุผลถูกอย่างน้อย 2 องค์ประกอบ
- 3) มโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding & Specific Alternative conception, PS) ตอบตัวเลือกถูก อธิบายเหตุผลถูกต้องบางส่วน อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ หรือ ตอบตัวเลือกผิด เหตุผลถูก หรือตัวเลือกถูก ไม่ตอบเหตุผล
- 4) มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception, AC) ตอบตัวเลือกผิด อธิบายเหตุผลผิด
- 5) ไม่เข้าใจ (No Understanding, NU) ไม่ตอบตัวเลือก ไม่ตอบเหตุผล

วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนคติวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

3.5.1.3 วิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์ที่ปรับปรุงมาจาก Achmad Samsudin (2015) ดังตารางที่ 3.19

ตารางที่ 3.19 เกณฑ์การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน

คำตอบ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ
ถูก	ไม่มีความรู้ หรือ เดา	มีความเข้าใจที่ถูกต้อง
ผิด		มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

วิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียนจากการตอบคำถามแบบเลือกตอบ ถูกต้องกับความมั่นใจ/ไม่มั่นใจในการตอบคำถาม โดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการตอบคำถามแบบเลือกตอบถูกต้องกับความมั่นใจในคำตอบ โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เกณฑ์การวิเคราะห์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 240) ดังตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 เกณฑ์การแปลความหมายสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่า r	ระดับของความสัมพันธ์
0.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.70 - 0.89	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50 - 0.69	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30 - 0.49	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00 - 0.29	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

3.5.2 วิเคราะห์ทักษะการทดลองโดยใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ยและร้อยละ

3.5.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.6.1.1 ใช้ค่าสถิติ t-test แบบ Dependent Samples (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (2)$$

เมื่อ t แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

D แทน ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างกำลังสองของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

$(\sum D)^2$ แทน ยกกำลังสองของผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

3.6.1.2 ใช้ค่าสถิติสถิติสัมพันธ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 240)

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (3)$$

เมื่อ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x, y

x แทน ข้อมูลของตัวแปรที่ 1

y แทน ข้อมูลของตัวแปรที่ 2

n แทน จำนวนข้อมูลของตัวแปรตัวใดตัวหนึ่ง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติและทักษะการทดลอง เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศรีเรศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยใน 3 ตอน ดังนี้ 1) ความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน 2) ทักษะการทดลอง และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลด้วยวัฏจักรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

4.1 ความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน

4.1.1 ความเข้าใจเชิงมโนติทั้งชั้นเรียน

ผู้วิจัยศึกษาความเข้าใจเชิงมโนติของนักเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยวิเคราะห์ผลจากแบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ ในตอนที่ 1 การเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและตอนที่ 2 การเขียนอธิบายเหตุผล สำหรับการให้คะแนน ผู้วิจัยกำหนดเงื่อนไขการตัดสิน โดยแบ่งเป็นตอนที่ 1 เลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอนที่ 2 การอธิบายเหตุผลประกอบได้คะแนน 0.1 – 1.0 ตามความเหมาะสมของมโนตินั้น ๆ จากการวัดมโนติ เรื่อง สารชีวโมเลกุล สามารถเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนแบบทั้งชั้นเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันผลการวัดคะแนนความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งชั้นเรียน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบร้อยละคะแนนความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลทั้งชั้นเรียน

คะแนน	ค่าเฉลี่ย	SD	ผลต่างค่าเฉลี่ย	t	df	p*
ก่อนเรียน	13.10	2.13	53.65	33.75	43	0.000
หลังเรียน	66.75	4.71				

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p = 0.05$

จากตารางที่ 4.1 นักเรียนมีร้อยละของคะแนนความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนเฉลี่ย 13.10 ร้อยละของคะแนนความเข้าใจเชิงมโนติหลังเรียนเฉลี่ย 66.75 ซึ่งเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 53.65 และเมื่อวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่ามีคะแนนความเข้าใจเชิงมโนติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ ที่ปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก 1) พฤติกรรมของนักเรียนโดยส่วนใหญ่มีความสนใจในการเรียนรู้ 2) คำถามที่ส่งเสริมให้เกิดการคิด 3) การทำกิจกรรมกลุ่มทำให้

นักเรียนได้ระดมความคิด เกิดการอภิปราย (เบญจพร อินทรสศ, กานต์ตระกูล วุฒิสเสลา และอริสรา อิศสระชัย, 2554) และลงมือปฏิบัติในการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ผูกแก้ปัญหาและ 4) การใช้สื่อการเรียนรู้ที่ใกล้ตัวที่พบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน (วรณัฐ เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้

4.1.2 ความเข้าใจเชิงมโนมิตรายเนื้อหา

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ร้อยละความเข้าใจเชิงมโนมิตก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยวิเคราะห์จากผลของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบในตอนที่ 1 คำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 การเขียนอธิบายเหตุผลของคำตอบ ในตอนที่ 1 สามารถจำแนกได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ มโนมิตที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มโนมิตที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) มโนมิตที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มโนมิตที่คลาดเคลื่อน (AC) และไม่เข้าใจ (NU) ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ร้อยละความเข้าใจเชิงมโนมิตก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล

หัวข้อ*	ร้อยละมโนมิตก่อนเรียน					ร้อยละมโนมิตหลังเรียน				
	CU	PU	PS	AC	NU	CU	PU	PS	AC	NU
1	3.41	1.14	21.59	73.86	0.00	33.33	<u>40.00</u>	17.50	4.92	0.00
2	1.14	2.27	19.89	76.70	0.00	20.45	31.25	29.55	<u>18.75</u>	0.00
3	1.51	1.52	21.21	75.76	0.00	31.44	14.77	<u>43.18</u>	10.61	0.00
4	0.57	1.14	19.32	78.98	0.00	<u>33.52</u>	27.27	25.57	13.64	0.00
ค่าเฉลี่ย	1.66	1.52	20.50	76.33	0.00	29.69	28.32	28.95	11.98	0.00

* หัวข้อที่ 1 = คาร์โบไฮเดรต 2 = ลิพิด 3 = โปรตีน 4 = กรดนิวคลีอิก

ผลการวิจัยพบว่า หลังจากได้รับการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น นักเรียนมี CU และ PU เพิ่มขึ้นทุกเนื้อหา และ AC มีแนวโน้มลดต่ำลงทุกเนื้อหา (ตารางที่ 4.2) แสดงว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถเพิ่มความเข้าใจเชิงมโนมิต และลดมโนมิตที่คลาดเคลื่อนได้ โดยประสบผลสำเร็จสูงสุดในเรื่องกรดนิวคลีอิก ส่วนเนื้อหาที่ยังมี AC อยู่มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 18.75 คือ เรื่อง ลิพิด รองลงมาร้อยละ 13.64 เรื่อง กรดนิวคลีอิก ร้อยละ 10.61 เรื่อง โปรตีน และร้อยละ 4.92 เรื่อง คาร์โบไฮเดรตตามลำดับเช่น คำถามข้อที่ 8 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับการทดสอบไขมัน ดังภาพที่ 4.1

คำถามข้อที่ 8 (ระดับคิดวิเคราะห์)

จากการทดสอบน้ำมัน 4 ชนิดในปริมาณเท่ากัน และน้ำมันแต่ละชนิดไม่เติมสารป้องกันการเหม็นหืน โดยตั้งทิ้งไว้ในอากาศ ได้ผลการทดลองดังนี้

ชนิดของน้ำมัน	ผลการทดสอบกลิ่นเหม็นหืน	การทดสอบด้วย I_2 (จำนวนหยด)
A	+	13
B	++	22
C	++++	34
D	+++	30

จากข้อมูลในตาราง จงพิจารณาว่า
 1. การบริโภคน้ำมันชนิดใดที่ทำให้มีโอกาสไขมันอุดตันในเส้นเลือดสูง
 2. น้ำมันชนิดใดที่ใช้ประกอบอาหารแล้วปลอดภัยในการบริโภค

- ก. ไขมันอุดตันในเส้นเลือด คือ A ปลอดภัยต่อการบริโภค คือ B
 ข. ไขมันอุดตันในเส้นเลือด คือ A ปลอดภัยต่อการบริโภค คือ C
 ค. ไขมันอุดตันในเส้นเลือด คือ B ปลอดภัยต่อการบริโภค คือ C
 ง. ไขมันอุดตันในเส้นเลือด คือ C ปลอดภัยต่อการบริโภค คือ D

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างข้อคำถาม เรื่อง ลิพิด

จากภาพที่ 4.1 ซึ่งเป็นคำถามใน เรื่อง ลิพิด นักเรียนได้ตอบคำถามในส่วนเหตุผลได้ วิเคราะห์หมโนมติวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 มโนมติและร้อยละของนักเรียนที่ตอบคำถามในมโนตินั้น ๆ ของข้อคำถาม ในภาพที่ 4.1

มโนมติ	ตัวอย่างแนวคำตอบของนักเรียน	ร้อยละ
CU	เพราะ “น้ำมัน A มีกลิ่นเหม็นหืน และพอกจากสีของไอโอดีน (ใช้จำนวนหยดน้ำมันน้อย) แสดงว่าเป็นกรดไขมันอิ่มตัว มีผลทำให้อ้วนง่าย ไม่เหมาะต่อการบริโภค ส่วนน้ำมัน C มีกลิ่นเหม็นหืนมาก ใช้จำนวนหยดน้ำมันของไอโอดีน ในการรอกจางสีมากแสดงว่าเป็นกรดไขมันที่ติดต่อการบริโภค”	11.36

ตารางที่ 4.3 มโนคติและร้อยละของนักเรียนที่ตอบคำถามในมโนมตินั้น ๆ ของข้อคำถาม
ในภาพที่ 4.1 (ต่อ)

มโนคติ	ตัวอย่างแนวคำตอบของนักเรียน	ร้อยละ
PU	- เพราะ “ไอโอดีนสามารถทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ที่อยู่ระหว่างอะตอมของ C กับ C ได้ หากน้ำมันชนิดใดใช้ไอโอดีนในการเติมมาก คือ มีความไม่อิ่มตัวมาก” - เพราะ “A เป็นกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่ง เมื่อบริโภคในปริมาณมากอาจทำให้ไขมันอุดตันในเส้นเลือด และ C ปลอดภัยต่อการบริโภค เพราะเป็นไขมันไม่อิ่มตัว”	13.64
PS	- เพราะ “น้ำมัน C มีความปลอดภัย เพราะมีกลิ่นเหม็นหืนมาก และน้ำมัน D มีความปลอดภัยน้อยกว่าน้ำมัน C” - เพราะ “A คือ ไขมันอิ่มตัว และ C เป็นไขมันไม่อิ่มตัว” - เพราะ “A ไขมันอุดตันในเลือด C ปลอดภัยต่อการบริโภค” - เพราะ “ดูจากจำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน” - เพราะ “ไอโอดีนทำปฏิกิริยากับพันธะคู่”	38.64
AC	- เพราะ “A ไม่ปลอดภัย แต่ C ปลอดภัย” - เพราะ “C เหม็นหืนมาก ไขมันมาก” - เพราะ “A เหม็นหืนน้อย นั่นแสดงว่า มีความไม่อิ่มตัวอยู่มาก C มีความอิ่มตัวอยู่มาก เหมาะที่จะใช้ในการบริโภค” - เพราะ “อัตราความเหม็นหืนต่ำ แสดงถึงความเข้มข้นของไขมัน และความบริสุทธิ์ของไขมัน” - เพราะ “จำนวนหยดน้อยแสดงถึงความเข้มข้นของไขมัน” - เพราะ “จำนวนหยดน้อยแสดงถึงความเข้มข้นของไขมัน และอัตราความเหม็นหืนต่ำ แสดงถึงความบริสุทธิ์ของไขมัน” - เพราะ “เหม็นหืนง่าย จะทำให้ไขมันอุดตันในเส้นเลือด”	36.36
NU	-	0.00

สำหรับเนื้อหาเรื่องการทดสอบน้ำมัน นักเรียนส่วนน้อยมี CU และ PU นักเรียนร้อยละ 38.64% จัดอยู่ในกลุ่ม PS เพราะตอบคำถามในส่วนแรกได้ถูกต้องแต่ให้เหตุผลในเรื่องความปลอดภัย แสดงให้เห็นว่า นักเรียนขาดการวิเคราะห์ข้อมูลที่นำมาประกอบในการตอบคำถาม ทำให้เหตุผลคลาดเคลื่อนไปจากมโนคติวิทยาศาสตร์ และนักเรียนอีกร้อยละ 36.36% จัดอยู่ในกลุ่ม AC เพราะตอบคำถามในส่วนแรกไม่ถูกต้อง และให้เหตุผลว่าเหม็นหืนมาก ไขมันมาก โดยไม่ระบุว่าเป็นกรดไขมันชนิดใด อิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวนั่นคือเหตุผลประกอบการอธิบายที่นักเรียนอธิบายมานั้นไม่เป็นเหตุเป็นผลกัน

จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้น สำหรับนักเรียนกลุ่ม AC นักเรียนไม่สามารถอธิบายข้อมูลเชิงคุณภาพที่สนับสนุนคำตอบได้ อาจจะเนื่องมาจากในเนื้อหา เรื่อง สารชีวโมเลกุล (คาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน และกรดนิวคลีอิก) เป็นเคมีขั้นสูงที่ยากต่อการทำความเข้าใจเนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยเรียนเคมีอินทรีย์ ทำให้ยังขาดความรู้ความเข้าใจที่จะนำมาใช้ในการอธิบายประกอบการเลือกคำตอบ ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของสารด้วย (กมลนุช ไชยมีขมิ้ม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) นอกจากนี้ลักษณะของมโนคติที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนสูง ส่วนใหญ่จะเป็นมโนคติที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ หรือ การประยุกต์ใช้ความรู้ ในทักษะเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้น เช่นเดียวกับอารีรัตน์ มัฐพา, ชาญ อินทร์ เต็ม และเสนอ ชัยรัมย์ (2555) และ กมลนุช ไชยมีขมิ้ม และเสนอ ชัยรัมย์ (2557)

4.1.3 ความสัมพันธ์ของคะแนนมโนคติกับความมั่นใจในการตอบคำถาม

ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยวิเคราะห์ผลจากแบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ จำนวน 20 ข้อ ในตอนที่ 1 เลือกตอบ 4 ตัวเลือกและตอนที่ 3 แบบตัวเลือกมั่นใจ/ไม่มั่นใจ ในการทำแบบทดสอบมีการสำรวจความมั่นใจของนักเรียนในการตอบคำถามส่วนที่เป็นปรนัยว่านักเรียนมั่นใจหรือไม่มั่นใจ ผลการวิเคราะห์จำนวนของนักเรียนแบ่งแยกเป็นประเภทคิดเป็นร้อยละดัง ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของการตอบคำถามกับความมั่นใจและไม่มั่นใจในคำตอบ

หัวข้อ	ตอบคำถามถูกต้อง		ตอบคำถามผิด	
	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ
คาร์โบไฮเดรต	90.53	4.92	2.65	1.59
ลิพิด	68.18	10.79	10.79	10.22
โปรตีน	81.43	7.58	6.06	5.68
กรดนิวคลีอิก	71.59	14.20	1.56	7.95
ค่าเฉลี่ย	77.93	9.37	5.27	6.36

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าหัวข้อคาร์โบไฮเดรต นักเรียนสามารถตอบคำถามแบบเลือกตอบได้ถูกต้องและมั่นใจในคำตอบที่เลือกมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 90.53 แต่หัวข้อลิพิดเป็นหัวข้อที่นักเรียนตอบคำถามแบบเลือกตอบผิดแต่มีความมั่นใจในคำตอบที่เลือกสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 10.79 และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการตอบคำถามในแบบทดสอบตอนที่ 1 กับความมั่นใจ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน มีค่าเท่ากับ 0.869 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จากค่าสถิตินี้แสดงว่า การตอบคำถามหลักมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความมั่นใจในคำตอบที่เลือกและมีความสัมพันธ์กันสูงถึง 86.90% ซึ่งสอดคล้องกับ พรพิทักษ์ คนหาญ และสุระ วุฒิพรหม (2556) ที่ได้ศึกษาขีดความสามารถด้านทักษะการวิจัยโดยใช้มาตรวัดความมั่นใจในคำตอบหลัก ที่พบว่าบางหัวข้อนักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนแต่มีความมั่นใจในคำตอบสูง ทั้งนี้การที่นักเรียนตอบผิดและไม่มั่นใจ คำตอบที่เลือกตอบอาจอยู่บนพื้นฐานการเข้าใจผิดหรือมโนคติที่คลาดเคลื่อน (Achmad Samsudin, 2015)

4.2 ทักษะการทดลอง

ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะการทดลองในเรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 กลุ่ม 44 คน เก็บข้อมูลโดยใช้เกณฑ์ประเมินทักษะการทดลอง 3 ชั้น ประกอบด้วย 1) ขั้นตอนการทดลอง 2) ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง และ 3) ขั้นตอนการบันทึกผลการทดลอง ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน โดยตอนที่ 1 ทักษะการทดลอง และตอนที่ 2 ทักษะการทดลองรายเนื้อหา

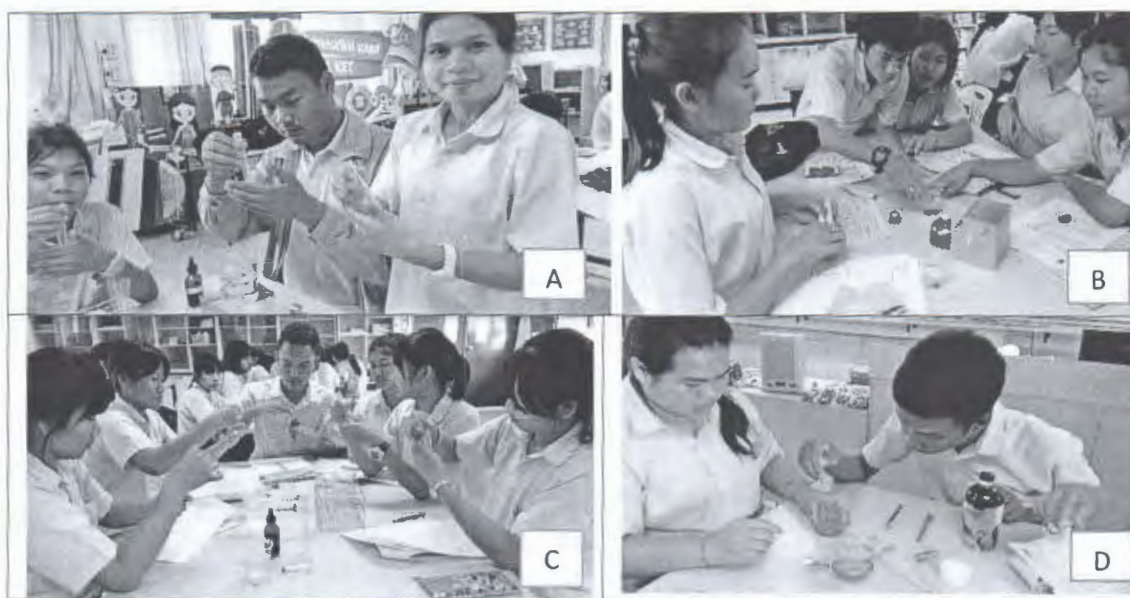
4.2.1 การวิเคราะห์ทักษะการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ทักษะการทดลองจากแบบประเมินทักษะการทดลองดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ทักษะการทดลอง เรื่อง สารชีวโมเลกุล

ทักษะการทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	การแปลผล
การออกแบบการทดลอง	2.36	78.47	ดีมาก
การปฏิบัติการทดลอง	2.53	80.50	ดีเยี่ยม
การบันทึกผลการทดลอง	2.30	76.85	ดีมาก
สรุปรวม	2.40	78.60	ดีมาก

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผลการวิเคราะห์ทักษะการทดลองทั้งชั้นเรียน นักเรียนมีทักษะการทดลอง คิดเป็นร้อยละ 78.60 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งในขั้นปฏิบัติการทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 80.50 อยู่ในระดับดีเยี่ยม รองลงมาคือขั้นการออกแบบการทดลองและขั้นการบันทึกผลการทดลอง คิดเป็นร้อยละ 78.47 และ 76.85 อยู่ในระดับดีมาก ตามลำดับ การที่คะแนนในขั้นปฏิบัติการทดลองอยู่ในระดับดีเยี่ยมและมีค่าสูงที่สุดนั้น เพราะนักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง ร่วมมือร่วมใจกันภายในกลุ่ม ดังจะเห็นได้จาก ภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 การทำกิจกรรมการทดลอง (A) คาร์โบไฮเดรต (B) ลิพิด (C) โปรตีน และ (D) กรดนิวคลีอิก

การเรียนรู้ผ่านกระบวนการทดลอง ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง การทดสอบ คาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน และกรดนิวคลีอิกเพิ่มมากขึ้น เป็นการเรียนรู้ที่สนุกสนาน ได้ฝึกการใช้ อุปกรณ์การทดลอง ได้ฝึกการคิด ฝึกการหาความรู้ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในการ ปฏิบัติการทดลองยัง การระดมสมอง การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และทำให้นักเรียนได้รับ ประสบการณ์ตรงที่สามารถนำไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ รอบตัวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นจึงทำให้ขั้นการปฏิบัติการทดลองมีผลอยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งสอดคล้องกับ ศรัญญา แวงชิน (2555) ที่ได้ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบ การเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนการออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีทักษะ ในการออกแบบและทำการทดลองเพิ่มสูงขึ้น ตลอดจนเป็นการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ในการแก้ปัญหาและในการศึกษาครั้งนี้การบันทึกผลการทดลองเป็นขั้นที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนต่ำที่สุด โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะบันทึกผลการทดลองเฉพาะผลหลังทำการทดลองเท่านั้น ไม่เขียนรายละเอียดที่จำเป็นอื่น ๆ เช่น การบันทึกสีหรือลักษณะทางกายภาพของน้ำมันก่อนและหลังการทดสอบ ดังภาพที่ 4.3

ตารางบันทึกผลการทดลอง	
ชนิดไขมัน	จำนวนจุดของสารละลายไอโอดีน
น้ำมันถั่วเหลือง	18
น้ำมันหมู	5

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ลิพิด

จากภาพที่ 4.3 จึงเป็นผลนำไปสู่การเขียนสรุปและอภิปรายผลการทดลอง ดังนี้ 1) เขียนสรุปผลการทดลองในลักษณะการบรรยายผลการทดลอง (มีรินตี โทผาวงษ์, 2557) 2) ไม่สามารถสรุปรวมหรือจัดกลุ่มของคำตอบได้ และ 3) นักเรียนไม่สามารถอธิบายโดยนำหลักการและทฤษฎีมาอ้างอิง ดังจะเห็นได้จาก ภาพที่ 4.4

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า สารละลายไอโอดีนในน้ำมัน พงษ์ มีรินตี ท่องดูภาพของสารละลายไอโอดีนในน้ำมันหมู และสารละลายไอโอดีนในน้ำมันถั่วเหลือง พบว่า สารละลายไอโอดีนในน้ำมันหมู มีสีน้ำตาลเข้ม และสารละลายไอโอดีนในน้ำมันถั่วเหลือง มีสีน้ำตาลอ่อน

ดังนั้น สารละลายไอโอดีนในน้ำมันหมู มีสีน้ำตาลเข้ม และสารละลายไอโอดีนในน้ำมันถั่วเหลือง มีสีน้ำตาลอ่อน

เพราะ สารละลายไอโอดีนในน้ำมันหมู มีสีน้ำตาลเข้ม และสารละลายไอโอดีนในน้ำมันถั่วเหลือง มีสีน้ำตาลอ่อน

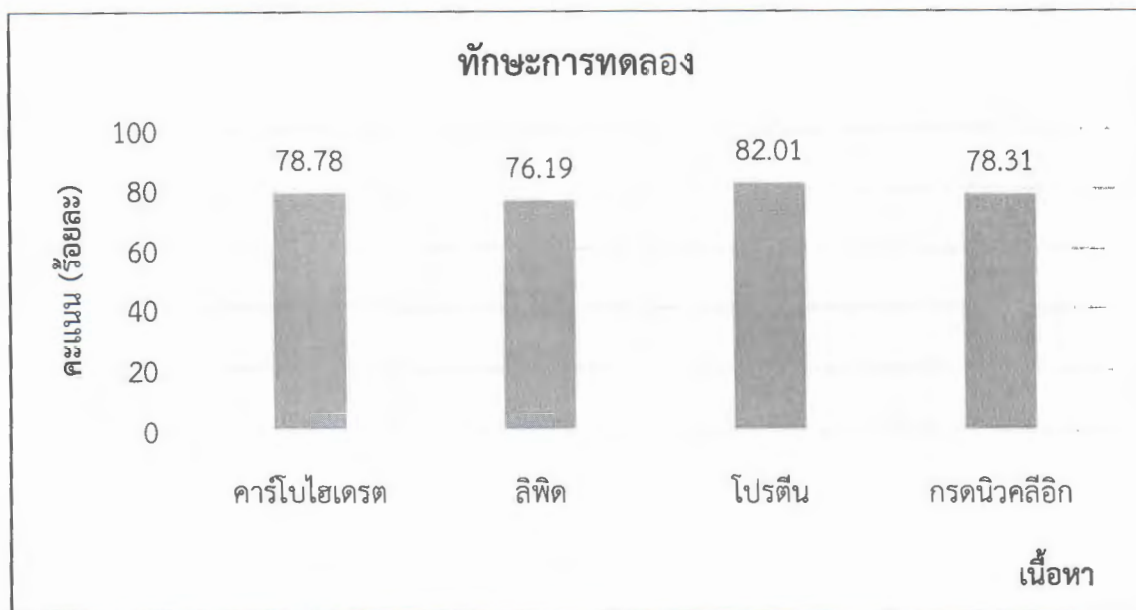
เพราะ สารละลายไอโอดีนในน้ำมันหมู มีสีน้ำตาลเข้ม และสารละลายไอโอดีนในน้ำมันถั่วเหลือง มีสีน้ำตาลอ่อน

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการสรุปและอภิปรายผลการทดลอง กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ลิพิด

จากการสรุปและอภิปรายผลการทดลองจะเห็นว่า นักเรียนเขียนสรุปโดยไม่ได้กล่าวถึงหลักการในการวิเคราะห์กรดไขมันว่า ในการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารละลายไอโอดีนที่หยดลงไปใต้น้ำมัน ซึ่งการฟอกจางสีของสารละลายไอโอดีนนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะคู่ที่อยู่ในโครงสร้างโมเลกุลของน้ำมัน หากน้ำมันมีโครงสร้างพันธะคู่หลายตำแหน่งจะสามารถฟอกจางสีของสารละลายไอโอดีนได้มาก และน้ำมันชนิดที่สามารถฟอกจางสีโดยใช้จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีนมากจะมีส่วนผสมของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากตามไปด้วย ดังนั้น การสรุปและอภิปรายผลการทดลองจึงเป็นกิจกรรมที่ต้องได้รับการพัฒนาซึ่งสอดคล้องกับ มิรันตี โทผางษ์ (2557), นุจรี มโนมัย (2555) และศรัณญา แวงชิน (2555) ที่พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปในระดับต่ำ เพราะการสรุปและการอภิปรายผลการทดลองเป็นขั้นตอนที่สามารถสะท้อนความเข้าใจในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเองและการที่นักเรียนต้องสรุปความรู้ด้วยตนเองทุกครั้งจะให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปด้วย (ธัญญารัตน์ แก้วศรีงาม, 2555)

4.2.2 การวิเคราะห์ทักษะการทดลองรายเนื้อหา

ผลวิเคราะห์ทักษะการทดลองในรายเนื้อหา พบว่า ผลของทักษะการทดลองในกิจกรรมเรื่อง ลิพิด มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.19 ต่ำที่สุด ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ทักษะการทดลองรายเนื้อหา

ทั้งนี้เพราะในการทำการทดลอง เพื่อศึกษาปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในน้ำมันนั้น ต้องใช้เวลาในการรอให้สารละลายไอโอดีนทำปฏิกิริยากับน้ำมันในการฟอกจางสี และต้องทำการทดลองในแบบเดิมซ้ำ ๆ จนกระทั่งสีของสารละลายไอโอดีนจะไม่จางหายไป จึงทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ไม่ตั้งใจในการทำการทดลองและไม่เห็นความสำคัญ จึงเป็นผลให้คะแนนทักษะการทดลองต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนมิตรายเนื้อหา ซึ่งพบว่า ในหัวข้อลิพิดนักเรียนมีมโนมิติ

ที่ตลาดเคลื่อนร้อยละ 18.75 โดยในข้อสอบข้อที่ 8 เป็นข้อสอบเกี่ยวกับผลการทดสอบการพอกจากสี สารละลายไอโอดีนในน้ำมันนักเรียนมีมติที่ตลาดเคลื่อนสูงร้อยละ 36.36 ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ตารางที่ ง.2

4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น โดยแบ่งเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การสอบถามความพึงพอใจโดยใช้มาตรอันดับในการประเมินความพึงพอใจ 5 ระดับ 5 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการจัดกิจกรรม 3) ด้านสื่อการเรียนรู้ 4) ด้านการวัดและประเมินผล 5) ด้านครูผู้สอน รวมจำนวน 20 ข้อ และตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ (แบบปลายเปิด)

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา	4.34	0.70	มาก
1. เรียนแล้วเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4.54	0.54	มากที่สุด
2. เนื้อหาที่เรียนมีความเหมาะสมและมีประโยชน์	4.47	0.73	มาก
3. รู้สึกไม่มีความสุขและไม่ภูมิใจที่ได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง	4.29	0.85	มาก
4. เป็นเนื้อหาที่ทำหายุต่อการเรียนรู้	4.29	0.70	มาก
5. เรียนแล้วทำให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น	4.14	0.70	มาก
ด้านการจัดกิจกรรม	4.47	0.67	มาก
1. ใช้ทักษะกระบวนการคิดเพื่อค้นหาคำตอบ	4.63	0.48	มากที่สุด
2. พึงพอใจที่ได้ทำการทดลอง อภิปรายและนำเสนอ	4.54	0.66	มากที่สุด
3. พึงพอใจที่ได้เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการกลุ่ม	4.45	0.69	มาก
4. นำความรู้และประสบการณ์ไปใช้และอธิบายสิ่งต่าง ๆ รอบตัวในชีวิตประจำวัน	4.41	0.69	มาก
5. พึงพอใจที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน	4.32	0.85	มาก
ด้านสื่อการเรียนรู้	4.31	0.75	มาก
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีภาพประกอบเนื้อหาที่ชัดเจน	4.41	0.78	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ฉันเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.36	0.80	มาก

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
3. ฉันชอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียน	4.29	0.76	มาก
4. มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย	4.18	0.69	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล	4.38	0.75	มาก
1. ฉันพึงพอใจในผลงานของตนเอง	4.43	0.72	มาก
2. ฉันมีความพึงพอใจในการประเมินผลระหว่างจัดกิจกรรม	4.43	0.72	มาก
3. ฉันมีโอกาสดำเนินการผลการประเมินของตนเองทุกครั้ง	4.29	0.82	มาก
ด้านครูผู้สอน	4.47	0.68	มาก
1. ครูคอยกระตุ้นและอำนวยความสะดวกในระหว่างทำกิจกรรม	4.56	0.69	มากที่สุด
2. ครูทบทวนความรู้เดิมให้เพื่อเชื่อมโยงสู่กิจกรรมการเรียนรู้	4.50	0.66	มากที่สุด
3. ครูมีการวางแผนการสอนและเลือกใช้สื่ออย่างหลากหลาย	4.36	0.68	มาก
รวม	4.40	0.71	มาก

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.40 มีความพึงพอใจในระดับมาก โดยพบว่า

(1) ด้านการจัดกิจกรรมและด้านครูผู้สอนมีค่าความพึงพอใจสูงสุด เพราะ การที่นักเรียนได้ลงมือทำการทดลอง ได้คิดและหาคำตอบด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็น อภิปรายแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มซึ่งทำให้นักเรียนกลุ่มอ่อนที่เป็นนักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออก ขาดความมั่นใจเมื่อได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมตัดสินใจกับเพื่อนในกลุ่มจะทำให้มีความใกล้ชิด กล้าซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัย และระหว่างการจัดกิจกรรม ครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ให้ร่วมกันสืบค้นข้อมูล และสรุปความรู้ที่ได้ด้วยตัวผู้เรียนเอง หากกลุ่มใดมีปัญหาต้องการความช่วยเหลือ ครูก็คอยช่วยเหลือ โดยการชี้แจงหรือชี้แนะให้ผู้เรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับกิจกรรมได้ (จิราพรรณ บุญญานุสนธิ์, 2554)

(2) ด้านสื่อการเรียนรู้เป็นด้านที่นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากว่า 1) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยส่วนใหญ่จะเป็นกิจกรรมเกี่ยวกับโครงสร้างโมเลกุล เช่น การต่อโมเดลโครงสร้างโมเลกุล จะใช้สื่อการเรียนรู้ คือ Model Kit ซ้ำ ๆ ซึ่งการใช้

สื่อการเรียนรู้ ข้า ๆ จะทำให้เกิดสถานการณ์ที่น่าเบื่อหน่าย ซึ่งเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544) และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนต่อโครงสร้างโมเลกุลด้วยความกังวล กังวลว่าจะต่อโครงสร้างโมเลกุลผิด ทั้งนี้เพราะขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่อง พันธะเคมี และเคมีอินทรีย์ (กมลนุช ไชยมีขิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557) 2) ในการทำกิจกรรมการทดลองบางกิจกรรม เช่น การทดสอบหาน้ำตาลใน เรื่อง คาร์โบไฮเดรต และการทดสอบหาโปรตีน 2 กิจกรรมนี้นักเรียนได้เคยทำการทดลองโดยใช้หลักการในการทดลองแบบเดียวกันนี้มาแล้ว ในการเรียน เรื่อง สารอาหารในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งการทดลองแตกต่างกันเพียงสารตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดสอบที่มีความหลากหลายขึ้นเท่านั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจด้านสื่อการเรียนรู้ น้อยที่สุด

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติและทักษะการทดลอง เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติและทักษะการทดลอง เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปแยกออกได้เป็น 3 ประเด็นดังนี้

5.1.1 ความเข้าใจเชิงมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน

5.1.1.1 ความเข้าใจเชิงมโนติทั้งชั้นเรียน

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนมโนติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.1.2 ความเข้าใจเชิงมโนติรายเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์มโนติ ทั้ง 4 เนื้อหา คือ คาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน และกรดนิวคลีอิก นักเรียนมีมโนติที่ต้องสมบูรณ์ และมีมโนติที่ต้องแต่ไม่สมบูรณ์เพิ่มสูงขึ้นทุกเนื้อหา และมีมโนติที่คลาดเคลื่อนลดลงทุกเนื้อหา

5.1.1.3 ความสัมพันธ์ของคะแนนมโนติกับความมั่นใจในการตอบคำถาม

ผลการศึกษาการตอบคำถามแบบเลือกตอบกับความมั่นใจ/ไม่มั่นใจในการตอบคำถาม เนื้อหาเรื่องคาร์โบไฮเดรตเป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีมโนติที่ต้อง คือ มีการตอบคำถามถูกต้อง และมั่นใจในคำตอบสูงสุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 90.53 และเนื้อหา เรื่อง ลิพิด นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน คือ ตอบคำถามผิดแต่มั่นใจในคำตอบสูงสุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 10.79 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ในการตอบคำถามแบบตัวเลือก กับความมั่นใจ พบว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับสูง มีค่าเท่ากับ 0.869 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 ทักษะการทดลอง

5.1.2.1 การวิเคราะห์ทักษะการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ทักษะการทดลอง นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการทดลองในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 78.60 เมื่อวิเคราะห์หัวข้อย่อยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการปฏิบัติการทดลองสูงสุด รองลงมา คือ การออกแบบการทดลอง และการบันทึกผลการทดลองตามลำดับ

5.1.2.2 การวิเคราะห์ทักษะการทดลอง รายเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์ทักษะการทดลอง รายเนื้อหาทั้ง 4 เนื้อหา คือ คาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน และกรดนิวคลีอิก เนื้อหา เรื่อง ลิพิด มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการทดลองต่ำที่สุด รองลงมาคือเนื้อหา เรื่อง กรดนิวคลีอิก คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน ตามลำดับ

5.1.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 โดยมีความพึงพอใจในด้านการจัดกิจกรรม และครูผู้สอนสูงสุด และต่ำที่สุด คือด้านสื่อการเรียนรู้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.2.1.1 การเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลซึ่งเป็นเคมีบูรณาการ นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่อง พันธะเคมี และเคมีอินทรีย์มาก่อน

5.2.1.2 ครูควรสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมเพื่อจะได้ออกแบบกิจกรรม ที่เหมาะสม และปรับแก้โมเดลที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ถูกต้อง และตรงประเด็น

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ควรจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ เพราะนักเรียนส่วนมากยังมีโมเดลที่คลาดเคลื่อนในลักษณะการคิดวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.2.2 ควรศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทุกทักษะ โดยเฉพาะแต่ทักษะการทดลอง เนื่องจากในการทำกิจกรรมการทดลองในแต่ละการทดลองนั้น สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้มากกว่า 1 ทักษะ

5.2.2.3 ควรใช้สื่อการเรียนรู้ในระดับโครงสร้างโมเลกุลให้มีความหลากหลายและช่วยกระตุ้นความสนใจ เช่น การใช้แบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลแบบ Animation 3D หรือ โปรแกรมอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กนกรัตน์ ศิริแจ่ม. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุลและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังรูปตัววี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 8(4): 7-18; ตุลาคม – ธันวาคม, 2557.
- กมลนุช ไชยมีขิม และเสนอ ชัยรัมย์. การส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารชีว โมเลกุลโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(2): 165-175; กรกฎาคม – ธันวาคม, 2557.
- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2551.
- กุลธิดา ท้วมสุข. “บทวิจารณ์หนังสือ Teaching Information Literacy for Inquiry – based Learning”, วารสารสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 29(1): 75-77; มกราคม – เมษายน, 2554.
- จิราพรรณ บุญญานุสนธิ์. การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนคติและทักษะการแก้ปัญหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร. 11(1): 32-45; มกราคม – เมษายน, 2552.
- ทวีป บรรจงเปลี่ยน. การศึกษาการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์เรื่องโลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติตามทฤษฎีของ Posner และคณะกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2540.
- ธวัช ยะสุคำ. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- ธวัชชัย คงนุ้ม. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.
- ธัญญารัตน์ แก้วศรีงาม. “ผลของการใช้รูปแบบการสอน 4EX2 ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง แสงและการมองเห็นและทักษะการแปรความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น”, วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา. 7(1): 2435-2449; มกราคม – มีนาคม, 2555.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- นิศารัตน์ ทองแดง. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการจัดกิจกรรมแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.
- นุจรี มะโนมัย. การจัดการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำเรื่องสารอินทรีย์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- นุจรี มณีจันทร์. การพัฒนาชุดการทดลองการหักเหของแสง เรื่อง ลึกลับจริงลึกลับปรากฏ เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2545.
- เบญจพร อินทรสด, กานต์ตะวัน วุฒิสเลา และอริสรา อัสสระริย์. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ, 3(พิเศษ): 233- 244; มกราคม – เมษายน, 2554.
- ปฐมาวดี พลศักดิ์. ความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.
- พนิดา กันยะกาญจน์. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบเปรียบเทียบเพื่อพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นต์, 2544.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558.
- พรพิทักษ์ คนหาญ และสุระ วุฒิพรหม. “การประเมินขีดความสามารถด้านทักษะการวิจัยของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยมุกดาหาร”, ใน การประชุมวิชาการ มอว. วิจัย ครั้งที่ 7. น.218-225. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.
- พชรวรรณ มีหนองหว่า. การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ของแข็งของเหลว แก๊ส โดยใช้องค์ความรู้จากสถานการณ์ในการทำนาย- สังเกต- อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- เพ็ญสุตา แข็งกลาง. การพัฒนาผลการเรียนรู้วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล โดยใช้กระบวนการ เรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเดชอุดม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2550.
- ภพ เลหาไพบุลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- ภทรธินันท์ รัตนพงศ์ภัก. การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับหารดำรงชีวิต กลุ่มสาระการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การค้นคว้าอิสระปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. รายงานผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจการให้บริการด้านอุปกรณ์ การศึกษาและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2555. (เอกสารอัดสำเนา)
- มิรันตี โทผาวงษ์. ความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองในการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.
- เยาวภา ทองหนา. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ โดยใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การค้นคว้าอิสระปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- รุ่งทิวา หล้าแสนเมือง. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การค้นคว้าอิสระปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2543.
- ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์. ระเบียบวิธีวิจัย. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์, 2547.
- วรรณช เขืออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์. “การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีนโดยใช้ กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(2): 155-164; กรกฎาคม - ธันวาคม, 2557.
- วรภรณ์ สีดำนิล. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับครู. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2542.
- วารุณี อินทรบำรุง. “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น”,
วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 6(17): 123-136; กันยายน -
ธันวาคม, 2554.
- ศิริพร นิลโคตร. การศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบ.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.
- ศรัณญา แวงชิน. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ใน การประชุมวิชาการ
ระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยนเรศวร. น.252-256.
พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2555.
- สลใจ วิบูลย์กิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างเทคนิคการประสานงานของศึกษาธิการอำเภอกับความ
พึงพอใจในการทำงานของเจ้าหน้าที่ในสำนักงานศึกษาธิการอำเภอเขตการศึกษา 3.
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2544.
- ศักดิ์ศรี สุภาธร. “กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย: การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”,
วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี. 22(2): 331-343;
กันยายน - ธันวาคม, 2554.
- ศรัญญูตาม โจมศรี. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้
วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). “ค่าสถิติระดับโรงเรียน”,
ระบบประกาศและรายงานผลสอบโอเน็ต.
[http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/
FrBasicStat.aspx](http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx). 10 มิถุนายน, 2557.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี. เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายและอบรม
รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี, 2548. (เอกสารอัดสำเนา)
- _____. การวัดผลประเมินผลเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:
คุรุสภาลาดพร้าว, 2551.
- สมชัย โกมล. เอกสารประกอบการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา.
ภาควิชาการประถมศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2542.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สมนึก ภัททิยธนี. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กทม.: ประสานการพิมพ์, 2551.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. “การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ”, *ก้าวทันโลก วิทยาศาสตร์*. 8(2): 28-38; กรกฎาคม – ธันวาคม, 2551.
- _____. “การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21”, *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 4(1): 55-63; มกราคม – มิถุนายน, 2556.
- สมพิศ ภูมิช่วง. การศึกษานิเทศน์เกี่ยวกับของแข็งของเหลวแก๊สของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. ชุดกิจกรรมสำหรับครู เพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2543.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและแนวปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์, 2531.
- อรุณญา สถิตไพบุลย์. การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- อารีรัตน์ มัธฐา, ชาญ อินแต้ม และเสนอ ชัยรัมย์. “การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับนักเรียน ห้องวิทยาศาสตร์ ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยนเรศวร. น.164-169. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2555.
- อุบลวรรณ ไททอง. ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่องไฟฟ้าเคมีเพื่อพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- Bethel, C. M., & Lieberman, R. L. “Protein structure and function: an interdisciplinary multimedia-based guided-inquiry education module for the high school science classroom”, *Journal of Chemical Education*. 91(1): 52-55; January, 2013.
- Edward G. S. “Inquiry-based approach to a carbohydrate analysis experiment”, *Journal of Chemical Education*. 76(1): 80-81; January, 1999.
- Hageman, J. H. “Use of Molecular Models for Active Learning in Biochemistry Lecture Courses”, *Journal of Chemical Education*. 87(3): 291-293; March, 2010.
- Mullin, L. J. *Management and organization behavior*. London: Pitman, 1985.
- Roberts, J. R. et al. “Physical models enhance molecular three-dimensional literacy in an introductory biochemistry course”, *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 33(2): 105-110; March, 2005.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Samsudin, Achmad and et al. "The Use of Computer Simulation in Cooperative Learning to Minimize Students' Misconceptions of Momentum and Impulse", in **2014 International Conference on Advances in Education Technology (ICEAT-14)**. p.72-74. Indonesia: Atlantis Press, 2015.
- Sreenivasulu B. & Subramaniam R. "Exploring Undergraduates' Understanding of Transition Metals Chemistry with the use of Cognitive and Confidence Measures", **Research in Science Education**. 44(6): 801-828; January, 2014.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. นางนวลขจร คำมุงกุล ครูชำนาญการพิเศษ (เคมี) กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีสิริเกศ
3. นางเบญจวรรณ โชติกุล ครูชำนาญการพิเศษ (เคมี) กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีสิริเกศ
4. นางนภสร เลิศศรี ครูชำนาญการพิเศษ (เคมี) กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีสิริเกศ

ภาคผนวก ข
แผนการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชาเคมีพื้นฐาน ว 31131 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ชั่วโมง/ภาคเรียน
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารชีวโมเลกุล จำนวน 10 ชั่วโมง
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน จำนวน 3 ชั่วโมง
 วันที่.....เดือน พ.ศ.

1. มาตรฐาน ว 3. 2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.4-6/9

ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก

2. สาระสำคัญ

โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโตเสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยของโปรตีน คือ กรดอะมิโนซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญ คือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต CuSO_4 กับ NaOH และการแปลงสภาพของโปรตีน คือ การทำให้ลักษณะทางกายภาพของโปรตีนเปลี่ยนไป โดยใช้ ความร้อน กรด - เบส แอลกอฮอล์ และโลหะหนัก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายโครงสร้างของโปรตีนได้
2. บอกกรดอะมิโนจำเป็นและกรดอะมิโนไม่จำเป็นได้
3. อธิบายประโยชน์ของโปรตีนในชีวิตประจำวันได้
4. ระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดการแปลงสภาพของโปรตีน

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ระบุตำแหน่งพันธะเปปไทด์
2. ทดสอบโปรตีนในอาหารโดยใช้สารละลายไบยูเรต
3. ระบุปัจจัยการแปลงสภาพของโปรตีน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ตระหนักถึงความสำคัญของโปรตีนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย
2. สามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
3. มีความสนใจใฝ่รู้

4. สาระการเรียนรู้

- โครงสร้างของโปรตีน
- ชนิดและความสำคัญของโปรตีน

- การแปลงสภาพของโปรตีน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร

- การนำเสนอ
- การอภิปราย ชักถาม

5.2 ความสามารถในการคิด

- การคิดวิเคราะห์

5.3 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- กระบวนการปฏิบัติงาน
- กระบวนการทำงานกลุ่ม

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) ใฝ่เรียนรู้
- 2) มีวินัย
- 3) มีจิตสาธารณะ

7. กิจกรรมการเรียนรู้ (กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E)

นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง โปรตีน

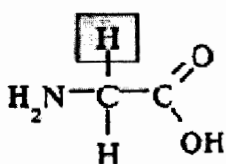
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- 1) ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง คนในแอฟริกาขาดสารอาหาร
- 2) นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามในประเด็น
 - เกิดอะไรขึ้นที่แอฟริกา (แนวตอบ เด็กในแอฟริกาเป็นโรคขาดสารอาหาร)
 - เด็กในแอฟริกามีลักษณะอย่างไร (แนวตอบ เด็กตัวผอม พัฒนาการช้า น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์)
 - การแก้ปัญหาของยูนิเซฟในเบื้องต้นดำเนินการอย่างไร (แนวตอบ แจกอาหารเสริมโปรตีนให้เด็กรับประทาน)
- 3) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบ “นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โปรตีนเกิดจากอะไร”

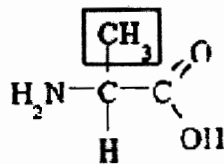
ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration)

- 1) ครูชี้แจงเนื้อหาและกิจกรรมที่นักเรียนต้องศึกษาร่วมกัน คือ โปรตีน
- 2) นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 – 6 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนคละกัน

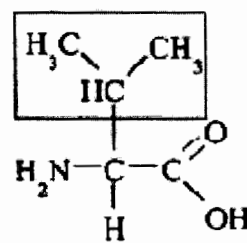
ครูแจกแบบจำลองโครงสร้างอะมิโนให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มกลุ่มละ 3 ชนิด ดังนี้



ไกลซีน (Gly)



อะลานีน (Ala)



วาลีน (Val)

3) นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลการสังเกต “สังเกตเห็นอะไรบ้างจากโครงสร้างกรดอะมิโนชนิดของตนเอง” (แนวตอบ ชนิดของธาตุ พันธะที่แตกต่างกัน)

4) นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตโครงสร้างกรดอะมิโน เพื่อสรุปว่า “ทุกโครงสร้างของกรดอะมิโนมีธาตุที่เหมือนกัน คือ C O H N ครูอธิบายเพิ่มเติม บางโครงสร้างมี S ด้วย

- ให้นักเรียนทุกกลุ่ม หาส่วนที่แบบจำลองโครงสร้างกรดอะมิโนมีเหมือนกัน เพื่อสรุป เป็นโครงสร้างหลักของกรดอะมิโน (แนวตอบ กรดอะมิโน ประกอบด้วย หมู่อะมิโน, หมู่คาร์บอกซิล และ หมู่แอลคิล)

5) ครูให้ความรู้เกี่ยวกับกรดอะมิโนจำเป็นและกรดอะมิโนไม่จำเป็น ทั้ง 20 ชนิด

6) นักเรียนจับคู่กรดอะมิโน 2 ชนิด แล้วให้นักเรียนออกแบบว่า นักเรียนจะต่อโครงสร้างแบบใด จึงจะทำให้กรดอะมิโนทั้ง 2 ชนิด รวมกันได้เมื่อต่อกันแล้วเกิดอะไรขึ้น พร้อมทั้งระบุตำแหน่งพันธะที่เชื่อมระหว่างชนิดของกรดอะมิโน (แนวตอบ เมื่อนำกรดอะมิโน 2 ชนิดมาต่อกันสาร 2 กลุ่ม คือ ไดเปปไทด์ 1 โมเลกุลและ น้ำ 1 โมเลกุล ตำแหน่งที่เชื่อมต่อกับกรดอะมิโน 2 ชนิด คือ ตำแหน่งของ พันธะเปปไทด์)

6.1) ครูอธิบายเพิ่มเติม เกี่ยวกับสัญลักษณ์ของชื่อกรดอะมิโน และการอ่านชื่อกรดอะมิโน

7) นักเรียนทำกิจกรรมซ้ำ เหมือนข้อที่ 6 แต่ให้นักเรียนต่อโครงสร้างกรดอะมิโน 3 ชนิด

7.1) ครูใช้คำถาม “ถ้านำกรดอะมิโน 3 ชนิดมาต่อกัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดไตรเปปไทด์ได้ทั้งหมดกี่แบบ และมีวิธีการในการหาคำตอบอย่างไร” (แนวตอบ การนำกรดอะมิโนแต่ละชนิดมาสลับที่กัน)

7.2) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ 3! คือ $3 \times 2 \times 1 = 6$ แบบ

8) นักเรียนต่อโครงสร้างกรดอะมิโน 3 ชนิด เมื่อต่อได้แล้วให้นักเรียนเอากรดอะมิโนทุกชนิดที่ครูแจกให้มาต่อรวมกัน สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น (โครงสร้างของโปรตีนที่เกิดจากการรวมกันของกรดอะมิโนหลาย ๆ ชนิด)

9) นักเรียนทำกิจกรรม “โปรตีนอยู่ที่ใด” นักเรียนคิดหาคำตอบว่า โปรตีนพบในอาหารประเภทใด (แนวตอบ เช่น เนื้อ นม ไข่ ถั่วชนิดต่าง ๆ) นักเรียนร่วมกันจัดกลุ่มโปรตีน ออกเป็น 2 ชนิด คือ โปรตีนที่ได้จากพืชและโปรตีนที่ได้จากสัตว์

10) ครูใช้คำถาม ดังนี้

- นักเรียนมีวิธีการสังเกตหรือทราบได้อย่างไรว่าอาหารที่นักเรียนรับประทานเข้าไปมีโปรตีน
- นักเรียนมีวิธีการใดที่จะช่วยตรวจสอบว่ามีโปรตีนอยู่ในอาหารจริง (แนวตอบ การตรวจสอบโดยใช้สารละลายไบยูเรต)

11) ครูอธิบาย เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนโดยใช้สารละลายไบยูเรตแนะนำข้อพึงระวังในการทดลอง

12) นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง ตามหาโปรตีน โดยครูกำหนดสารตัวอย่างมา 4 ชนิด คือ สาร A, B, C และ D โดย ทำการทดสอบโดยใช้ หยด NaOH 2.5 mol/dm^3 5 หยด และเติม CuSO_4 0.1 mol/dm^3 1-2 หยดแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

- A คือ ไข่ขาว เป็นตัวแทนโปรตีนจากสัตว์
- B คือ น้ำเต้าหู้ เป็นตัวแทนโปรตีนจากพืช
- C คือ สารละลายน้ำตาลทราย
- D คือ น้ำมันพืช
- E คือ โปรตีนเกษตร

13) ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการทดลอง 2 กลุ่ม จากผลการทดลอง นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถาม ดังนี้

- สารตัวอย่างใดที่พบสารประเภทโปรตีนและสารใดที่ไม่พบโปรตีน (แนวตอบ สาร A, B และ E พบโปรตีน สาร C และ D ไม่พบโปรตีน)
- นักเรียนทราบได้อย่างไร ว่าสารนั้นมีโปรตีน (แนวตอบ สังเกตจากสีของสารละลายที่เปลี่ยนเป็นสีม่วง)

ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปโดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- โครงสร้างของโปรตีนมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบบ้าง (แนวตอบ C O H N)
- โครงสร้างของกรดอะมิโนโดยทั่วไปเป็นอย่างไร (แนวตอบ กรดอะมิโน ประกอบด้วย หมู่อะมิโน, หมู่อาร์บอกลิล และหมู่อัลคิล)

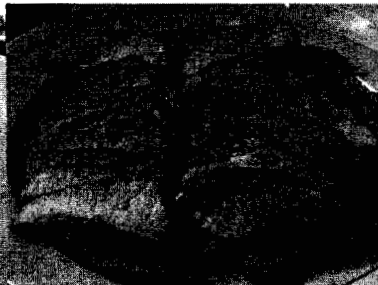
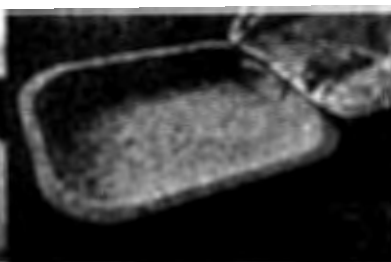
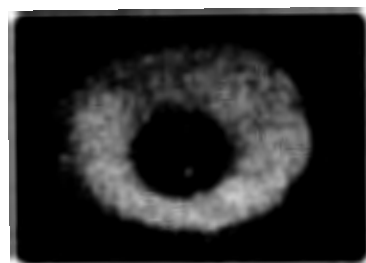
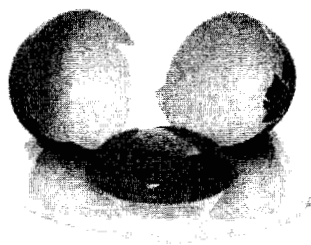
- กรดอะมิโนแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร (แนวตอบ แตกต่างกันที่หมู่อาร์บอกลิล R)
- เมื่อนำกรดอะมิโนต่อกัน จะเชื่อมกันด้วยพันธะ (แนวตอบ เปปไทด์)
- นำกรดอะมิโน 2 ชนิดมารวมกัน เรียกว่าอะไร (แนวตอบ ไดเปปไทด์)
- นำกรดอะมิโน 3 ชนิดมารวมกัน เรียกว่าอะไร (แนวตอบ ไตรเปปไทด์)
- โปรตีนมีความสัมพันธ์กับกรดอะมิโนอย่างไร (แนวตอบ โปรตีนเกิดจากการที่กรดอะมิโน

หลาย ๆ ชนิดมารวมกัน)

- การตรวจสอบโปรตีนทำได้อย่างไร (ตรวจสอบโดยใช้สารละลายไบยูเรต)
- สังเกตได้อย่างไรว่าอาหารที่นำมาตรวจสอบมีโปรตีน (แนวตอบ สังเกตจากสีของสารละลายที่เปลี่ยนเป็นสีม่วง)

ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

1) ครูให้นักเรียนดูภาพอาหารต่าง ๆ เช่น



นักเรียนร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างคู่อาหารที่ครูกำหนดให้ ในประเด็น

- ปัจจัยใดบ้างที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหาร (แนวตอบ เช่น ความร้อน กรด - เบส)
- ความร้อน กรด - เบส แอลกอฮอล์ และโลหะหนัก ส่งผลให้โปรตีนในอาหารเปลี่ยนแปลงด้วยหรือไม่

2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้

- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเกิดการแปลงสภาพโปรตีน (แนวตอบ การจับตัวกันเป็นก้อนหรือการตกตะกอน)

- การแปลงสภาพของโปรตีนเกิดจากปัจจัยใดบ้าง (แนวตอบ ความร้อน กรด - เบส แอลกอฮอล์ และโลหะหนัก)

- นักเรียนสามารถนำหลักการแปลงสภาพของโปรตีนมาใช้ในชีวิตประจำวันได้บ้าง (แนวตอบ เช่น 1. ปฐมพยาบาลคนที่ได้รับโลหะหนัก/ปวดท้องเนื่องจากรับประทานอาหารที่มีรสเผ็ดจัด ด้วยการให้ดื่มนม หรือ ไข่ขาว 2. การล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ ในโรงพยาบาล)

ขั้นประเมิน (Evaluation)

1) นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

2) ครูเฉลยแบบฝึกหัดโดยให้นักเรียนร่วมกันตรวจ

3) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง โปรตีน เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่อง โปรตีน

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียนรายวิชาเคมีพื้นฐาน ชั้น ม. 4 - ม. 6

2) ใบความรู้ เรื่อง โปรตีน

3) คลิปวิดีโอ “คนในแอฟริกาขาดสารอาหาร”

4) ใบกิจกรรม เรื่อง โปรตีน

5) แบบฝึกหัด เรื่อง โปรตีน

6) ภาพอาหารต่าง ๆ เช่น ไข่ดิบ ไข่ดาว ต้มยำน้ำใส ต้มยำน้ำข้น นม โยเกิร์ต หมูสไลด์

หมูย่าง

7) วัสดุอุปกรณ์การทดลอง: ไข่ขาว, น้ำเต้าหู้, น้ำตาลทราย, น้ำมันพืช, NaOH 2.5 mol/dm^3 , CuSO_4 0.1 mol/dm^3 , โปรตีนเกษตร

8) โมเดลแบบจำลองอะตอม (เม็ดพลาสติกสีดำ และ สีขาว, หลอดพลาสติก)

9) สื่อ power point เรื่อง โปรตีน

7.2 แหล่งการเรียนรู้

1) ห้องสมุดโรงเรียน

2) อินเทอร์เน็ต

8. การวัดและประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่อง โปรตีน จำนวน 10 ข้อ	แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ตรวจใบกิจกรรมและ แบบฝึกหัด	ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ประเมินผลการทดลอง	แบบประเมินการทดลอง	ระดับคุณภาพ 1-4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เกณฑ์การประเมินผลการออกแบบการทดลอง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การ ออกแบบ ขั้นตอนการ ทดลอง	3	แสดงขั้นตอนและลำดับการทดลองถูกต้อง
	2	แสดงเฉพาะบางขั้นตอน แต่ลำดับในการทดลองยังถูกต้อง
	1	แสดงเฉพาะบางขั้นตอนและลำดับในการทดลองไม่ถูกต้อง
	0	ไม่แสดงขั้นตอนและลำดับในการทดลอง
2. สารเคมี	3	ระบุปริมาณของสารเคมี เช่น แอลกอฮอล์ 10 ml ที่ใช้ทุกตัว ทุกขั้นตอน
	2	ระบุเฉพาะปริมาณหรือสารเคมีที่ใช้บางตัวในแต่ละขั้นตอน
	1	ระบุเฉพาะสารเคมีที่ใช้บางตัวในแต่ละขั้นตอน
	0	ไม่ระบุปริมาณและสารเคมีในแต่ละขั้นตอน
3. อุปกรณ์การ ทดลอง	3	ระบุเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น หลอดทดลอง ปีกเกอร์ กระจก ตวง หลอดหยด เป็นต้นได้ครบถ้วนในแต่ละขั้นตอน
	2	ระบุเฉพาะเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น หลอดทดลอง ปีกเกอร์ กระจกตวง หลอดหยด เป็นต้น บางตัวในแต่ละขั้นตอน
	1	ระบุเฉพาะเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ เช่น หลอดทดลอง ปีกเกอร์ กระจกตวง หลอดหยด เป็นต้น บางตัวบางขั้นตอน
	0	ไม่ระบุเครื่องมือและอุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอน
4. ตัวแปร ควบคุม	3	แสดงรายละเอียดที่จำเพาะ เช่น จำนวนหยด เขย่า กวน ต้ม ได้ ครบถ้วนในแต่ละขั้นตอน
	2	แสดงรายละเอียดที่จำเพาะ เช่น จำนวนหยด เขย่า กวน ต้ม ได้ไม่ครบถ้วนในแต่ละขั้นตอน
	1	แสดงรายละเอียดที่จำเพาะ เช่น จำนวนหยด ได้บางขั้นตอน
	0	ไม่แสดงรายละเอียดที่จำเพาะในแต่ละขั้นตอน

เกณฑ์การปฏิบัติการทดลอง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การปฏิบัติการทดลอง	3	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน ใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง
	2	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน ใช้อุปกรณ์การทดลองได้ไม่ถูกต้อง 1 อย่าง
	1	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน ใช้อุปกรณ์การทดลองได้ไม่ถูกต้อง 3 อย่าง
	0	ปฏิบัติการทดลองไม่ถูกต้อง ไม่เป็นลำดับขั้นตอน
2. การบันทึกผลระหว่างการทดลอง	3	มีการบันทึกผลการทดลองควบคู่ไปกับการทำการทดลองอย่างสม่ำเสมอ มีการบันทึกรายละเอียด เช่น สี ตะกอน ก่อนทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลหลังทำการทดลอง
	2	มีการบันทึกผลการทดลองควบคู่ไปกับการทำการทดลองในบางขั้นตอน ไม่สม่ำเสมอ และมีการบันทึกรายละเอียด เช่น สี ตะกอน ก่อนทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลหลังทำการทดลอง
	1	มีการบันทึกผลการทดลองหลังจากทำการทดลองเสร็จแล้วทั้งหมด มีการบันทึกรายละเอียด เช่น สี ตะกอนในเฉพาะส่วนผลหลังทำการทดลอง
	0	ไม่บันทึกผลการทดลอง

เกณฑ์การบันทึกผลการทดลอง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การนำเสนอข้อมูลและสรุปผลการทดลอง	3	- นำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ - บันทึกข้อมูลได้ชัดเจน ครบถ้วน - ลงข้อสรุป และอภิปรายผลสอดคล้องกับตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ครอบคลุมเนื้อหา โดยอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎี
	2	- นำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ - บันทึกข้อมูลในรูปได้ชัดเจน ครบถ้วน - ลงข้อสรุป และอภิปรายผลสอดคล้องกับตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ครอบคลุมเนื้อหา
	1	- นำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ - บันทึกข้อมูลในรูปได้ไม่ครบ - ลงข้อสรุปหรืออภิปรายผลสอดคล้องกับข้อมูลแต่ไม่ครอบคลุมเนื้อหา
	0	ไม่มีตารางบันทึกผลและไม่สรุปผลการทดลอง

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน

เวลา 3 ชั่วโมง นักเรียนห้อง ม. 4/.....

ครูผู้สอน นางสาวปราณชลี นนทะวัน

1. เวลาในการสอน

☐ ตรงตามแผน

☐ น้อยกว่าแผน

☐ มากกว่าแผน

บันทึกเพิ่มเติม

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ

☐ ตรงตามแผน ☐ ไม่ตรงตามแผน เพราะ.....

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

☐ ตรงตามแผน ☐ ไม่ตรงตามแผน เพราะ.....

2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม

☐ ตรงตามแผน ☐ ไม่ตรงตามแผน เพราะ.....

2.4 ด้านสมรรถนะหลัก

☐ ตรงตามแผน ☐ ไม่ตรงตามแผน เพราะ.....

บันทึกเพิ่มเติม

3. การใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้

☐ ตรงตามแผน ☐ ไม่ตรงตามแผน เพราะ.....

บันทึกเพิ่มเติม

4. การวัดและประเมินผล

☐ ตรงตามแผน ☐ ไม่ตรงตามแผน เพราะ.....

บันทึกเพิ่มเติม

5. ปัญหา/อุปสรรค

1).....

2)

6. แนวทางแก้ไข

1).....

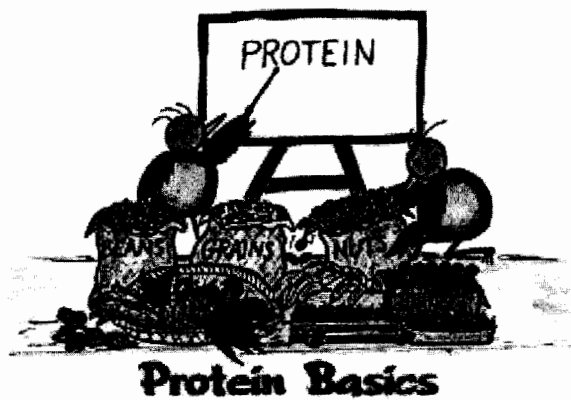
2)

(ลงชื่อ).....ครูผู้สอน (ลงชื่อ).....หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้
(นางสาวปรางุชลี นนทะวัน) (นางกนกพร รัตนธนากาญจน์)

(ลงชื่อ).....รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นางสาวภักยา นามวงศ์)

(ลงชื่อ).....ผู้อำนวยการโรงเรียน
(นายสุธี ชินชัย)

แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง โปรตีน



กลุ่มที่.....

ชื่อ - นามสกุลชั้น..... เลขที่.....

รายวิชาเคมีพื้นฐาน ว 31131

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนสตรีศรีเกศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

1. กิจกรรม “กรตอะมิโน” ให้นักเรียนต่อโครงสร้างกรตอะมิโนที่ได้รับ

อุปกรณ์

a) เม็ดพลาสติก สีดำ สีขาว สีแดง สีส้ม

b) หลอด

ให้นักเรียนวาดโครงสร้างของกรตอะมิโน (ที่ได้รับ) พร้อมทั้งบอกองค์ประกอบของกรตอะมิโน

กรตอะมิโน 1

ชื่อกรตอะมิโน

สัญลักษณ์ย่อ

กรตอะมิโน 2

ชื่อกรตอะมิโน

สัญลักษณ์ย่อ

ให้นักเรียนต่อโครงสร้างกรตอะมิโน 2 ชนิด พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของพันธะที่เชื่อมต่อ

กรตอะมิโน 1 + กรตอะมิโน 2

a) พันธะที่เชื่อมต่อโครงสร้าง.....

b) กรตอะมิโน 2 ชนิด รวมกัน เรียกว่า.....

c) กรตอะมิโนนี้มีชื่อว่า.....

d) สัญลักษณ์ย่อ.....

--	--	--

กรตอะมิโน 1

กรตอะมิโน 2

กรตอะมิโน 3

ชื่อกรตอะมิโนชื่อกรตอะมิโนชื่อกรตอะมิโน.....

สัญลักษณ์ย่อสัญลักษณ์ย่อสัญลักษณ์ย่อ

ให้นักเรียนต่อโครงสร้างกรตอะมิโน 3 ชนิด พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของพันธะที่เชื่อมต่อ

กรตอะมิโน 1 + กรตอะมิโน 2 + กรตอะมิโน 3

- a) พันธะที่เชื่อมต่อโครงสร้าง
- b) กรตอะมิโน 3 ชนิด รวมกัน เรียกว่า.....
- c) กรตอะมิโนนี้มีชื่อว่า
- d) สัญลักษณ์ย่อ

ให้นักเรียนลองสลับตำแหน่งในการต่อโครงสร้าง กรตอะมิโน 3 ชนิด (เพื่อหาโครงสร้างที่เป็นไปได้มากที่สุด)

.....	
.....	
.....	

2. กิจกรรม “โปรตีนอยู่ที่ใด” ให้นักเรียนสำรวจหาอาหารที่พบโปรตีนที่มีอยู่รอบตัวคนละ 1 ชนิด และให้แลกเปลี่ยนข้อมูลกับ เพื่อนคนอื่น ๆ

เนื้อหมู			
น.ส. เด็กดี แสนสวย			

ให้นักเรียนนำข้อมูลในตาราง “กิจกรรม โปรตีนอยู่ที่ใด” ที่สำรวจได้ มาจัดกลุ่ม ดังนี้

อาหารที่พบโปรตีน	
โปรตีนจากพืช	โปรตีนจากสัตว์
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

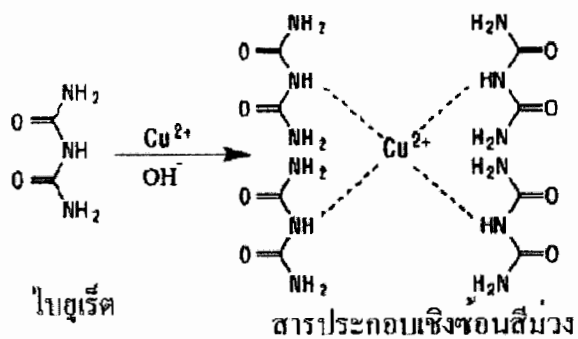
3. กิจกรรม “ตามหาโปรตีน” ให้นักเรียนสำรวจหาโปรตีนจากสารตัวอย่างที่กำหนดให้
จุดประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาวิธีการตรวจสอบหากรดอะมิโนในอาหาร

บทนำ

โปรตีน คือ สารชีวโมเลกุลประเภทสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุ C, H, O, N เป็นองค์ประกอบสำคัญนอกจากนั้นยังมีธาตุอื่น ๆ เช่น S, P, Fe, Zn ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโปรตีน โปรตีน เป็นสารพวกพอลิเมอร์ ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมากมาย

การทดสอบโปรตีน นิยมทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต ($\text{CuSO}_4/\text{NaOH}$) โดย Cu^{2+} ในสารละลายจะสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีม่วงได้ ซึ่งความเข้มสีที่เกิดขึ้นนั้นสามารถบอกปริมาณของโปรตีน ถ้าสีเข้มมากแสดงว่าสารนั้นมีโปรตีนมากแต่ถ้าสีเข้มน้อย มีโปรตีนน้อย



ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

.....

สารเคมี

- 1) สารตัวอย่าง A, B, C และ D
- 2) สารละลาย NaOH 2.5 mol/dm³
- 3) สารละลาย CuSO₄ 0.1 mol/dm³

อุปกรณ์

- 1) หลอดทดลองขนาดกลาง
- 2) หลอดหยด

แผนผังการทดลอง

ตารางบันทึกผล

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

ชื่อ - นามสกุลชั้น..... เลขที่.....

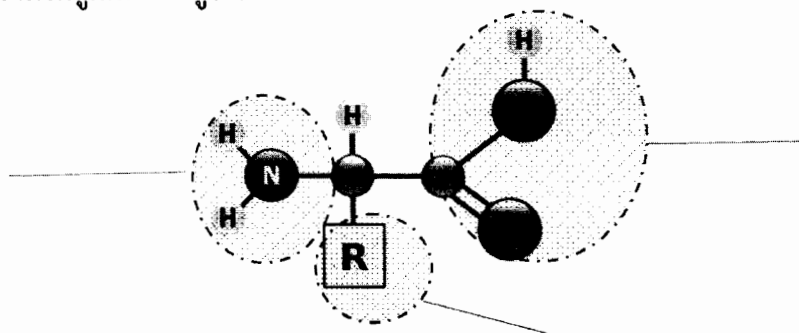
แบบฝึกหัด เรื่อง โปรตีน

รายวิชาเคมีพื้นฐาน ว 31131 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

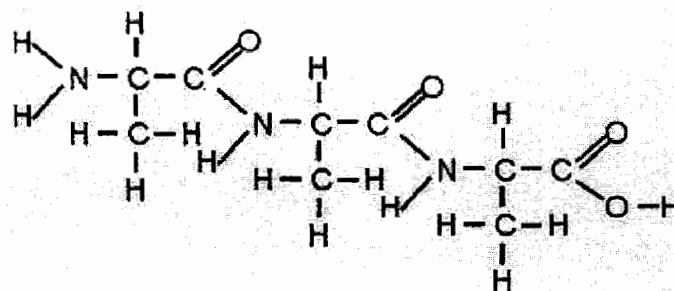
โรงเรียนสตรีศรีเรศ

คำชี้แจง จงเติมข้อความให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จงเติมข้อความให้ถูกต้องสมบูรณ์

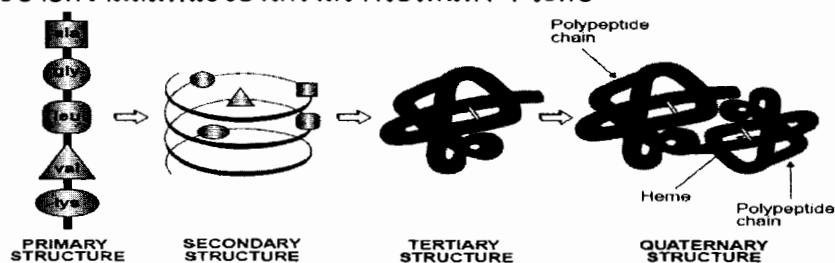


2. จงตอบคำถาม จากโครงสร้างที่กำหนดให้



- เพปไทด์นี้ประกอบด้วยกรดอะมิโนกี่โมเลกุล.....
- เพปไทด์นี้เมื่อไฮโดรลิซิสอย่างสมบูรณ์จะเกิดน้ำกี่โมเลกุล
- จงระบุตำแหน่งของพันธะเพปไทด์โดยการวงกลมล้อมรอบตำแหน่งที่เกิดพันธะ

3. จงอธิบายความสัมพันธ์ของโครงสร้างโปรตีนทั้ง 4 ระดับ



.....

.....

.....

ถ้าต้องการทดสอบอาหารประเภทโปรตีน จะต้องทดสอบโดยใช้ โดย
สารละลายนี้เตรียมได้จาก +.....

4. ถ้านักเรียนอยู่ในสถานการณ์ที่พบเพื่อนบ้านคนหนึ่งที่กำลังจะฆ่าตัวตาย โดยการดื่มน้ำยา
ทำความสะอาดสุขภัณฑ์นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเหลือในการปฐมพยาบาลเพื่อนบ้าน
ในเบื้องต้นอย่างไร

.....

.....

.....

ชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่

ใบความรู้ เรื่อง โปรตีน

รายวิชาเคมีพื้นฐาน ว 31131 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย

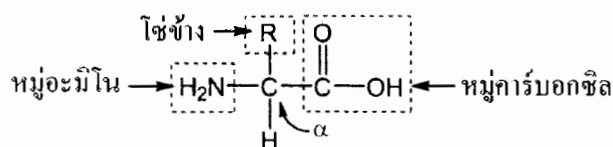
โปรตีน (proteins) เป็นสารชีวโมเลกุล (biomolecules) ประเภทสารอินทรีย์เชิงซ้อน ที่ประกอบด้วย ธาตุ C, H, O, N เป็นองค์ประกอบสำคัญบางครั้งอาจมี S และ P อยู่ด้วยนอกจากนั้น ยังมีธาตุอื่น ๆ เช่น Cu, Fe, Zn แต่พบน้อยมาก ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของโปรตีนซึ่งโปรตีนเหล่านี้มีหลายชนิดและมีหน้าที่ทางชีวภาพแตกต่างกันออกไป

ประโยชน์ของโปรตีน

1. ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของร่างกายช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอภายในร่างกาย
2. ช่วยให้พลังงานแก่ร่างกายในกรณีร่างกายขาดพลังงาน
3. ช่วยสร้างน้ำย่อย ฮอรโมน และน้ำนม รวมไปถึงการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันด้วย
4. ช่วยรักษาสมดุลของน้ำตาลในเลือด เนื้อเยื่อ และเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย รวมไปถึงความเป็นกรดต่างของร่างกายด้วย
5. ช่วยกระตุ้นการผลิตกลูโคส จากนั้นกลูโคสจะเดินทางไปที่ตับ และทำให้ร่างกายของเรารู้สึก อิ่ม ก่อนจะส่งสัญญาณไปยังสมองว่าหยุดรับประทานอาหารได้แล้ว

กรดอะมิโน (Amino acid)

กรดอะมิโนเป็นกรดคาร์บอกซิลิกที่มีหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ที่ตำแหน่งแอลฟา (a) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่ากรดแอลฟาอะมิโน กรดอะมิโนเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของโปรตีน มีโครงสร้างทั่วไปดังนี้



สูตรโครงสร้างทั่วไปของกรดแอลฟาอะมิโน

ที่มา: http://www.promma.ac.th/main/chemistry/boonrawd_site/amino_acid.htm

กรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็น (Non essential amino acid) ได้แก่กรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสร้างเองได้ ไม่จำเป็นต้องได้จากการรับประทานอาหาร

กรดอะมิโนชนิดจำเป็น (Essential amino acid) โดยทั่วไปแล้ว กรดอะมิโนสามารถสังเคราะห์ได้โดยสิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์ อย่างไรก็ตามในสัตว์ชั้นสูงบางประเภท ขาดความสามารถในการสังเคราะห์กรดอะมิโนบางตัวที่ร่างกายจำเป็นต้องนำไปใช้ในการสร้างโปรตีน ดังนั้นสัตว์ชั้นสูงเหล่านั้นจึงต้องได้รับกรดอะมิโนเหล่านั้นทางสารอาหาร สำหรับมนุษย์ในวัยผู้ใหญ่มีความต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นที่ร่างกายต้องการ แต่ไม่สามารถสร้างเองได้ต้องอาศัยการรับประทานอาหารเข้าไป

Gly $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{H})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Ala $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Val $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Leu $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Ile $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$
Met $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Phe $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Pro $\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_2$	Asp $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OH})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Glu $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OH})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$
Ser $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Thr $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Cys $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{SH})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Tyr $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{OH})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Asn $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$
Gln $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Trp $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Lys $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	Arg $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHC}(=\text{NH})\text{NH}_2)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	His $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{C}_4\text{H}_3\text{N}_2)-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$



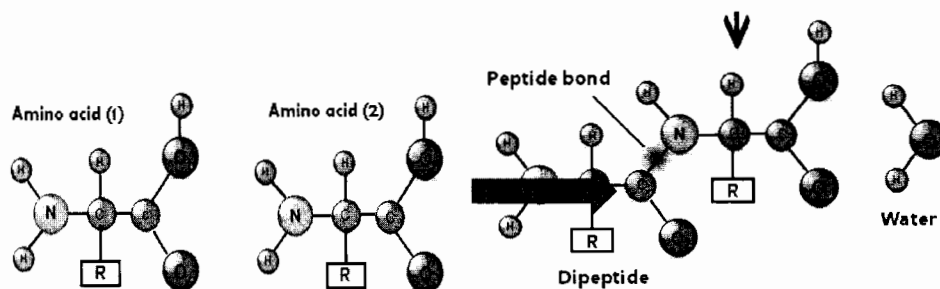
กรดอะมิโนจำเป็นที่ขาดไม่ได้ของร่างกายมนุษย์

Val - Leu - Lys - Met - Ile - Trp - Phe - Thr

สำหรับเด็กและผู้สูงอายุเพิ่ม Met และ His

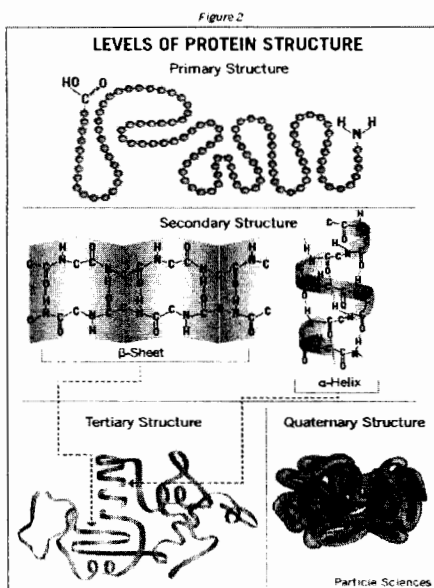
ลำดับของกรดอะมิโนใน polypeptides และโปรตีน (Amino acid Sequence of Polypeptides and Proteins) พอลิเมอร์ที่ประกอบไปด้วยกรดอะมิโน 2, 3, (4 - 10) หรือมากกว่า 10 หน่วยขึ้นไปเราจะเรียกว่า dipeptide, tripeptide, oligomer หรือ polypeptide ดังที่กล่าวไปแล้วส่วนโปรตีนจะประกอบไปด้วย polypeptide 1 โมเลกุลหรือมากกว่านั้น polypeptide เป็นโพลิเมอร์เส้นตรง (linear polymer) โดยที่ปลายด้านหนึ่งของ polypeptide เหล่านี้จะเป็น amino acid

residue ที่มีหมู่- NH_3^+ เหลืออยู่ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะมี amino acid residue ที่มีหมู่- COO^- เหลืออยู่ทั้งสองหมุ่นี้เราจะเรียกว่า N-terminal และ C-terminal ตามลำดับเพื่อความสะดวก โดยทั่วไปเราจะเขียนโครงสร้างของ polypeptide และโปรตีนโดยให้ส่วน N-terminal amino acid อยู่ทางซ้ายมือส่วน C-terminal amino acid อยู่ทางขวามือ



ภาพแสดงพันธะไดเปปไทด์

ที่มา: <http://chemistry.tutorvista.com/organic-chemistry/functional-groups.html>



ลำดับการเรียงกรดอะมิโนในโปรตีนจัดว่าเป็นโครงสร้างปฐมภูมิ ของโปรตีนนอกจากนี้โซ่พอลิเพปไทด์อาจจะม้วนหรือบิดได้เรียกว่ามีโครงสร้างทุติยภูมิถึงแม้ส่วนที่เป็นขดเกลียวก็อาจมีรูปร่างอย่างไรก็ได้เช่นเป็นเส้นตรงหรือบิดงอทั้งนี้รวมทั้งโมเลกุลแล้วอาจมีรูปร่างสามมิติอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้เรียกว่าโครงสร้างตติยภูมิโครงสร้างตติยภูมิควบคุมโดยพันธะไฮโดรเจนบ้างพันธะไดซัลไฟด์บ้าง เพื่อยึดส่วนต่าง ๆ ของโซ่พอลิเพปไทด์ให้อยู่กับที่

ที่มา: <http://academic.brooklyn.cuny>

โครงสร้างของโปรตีน (Protein Structure)

เนื่องจากโปรตีนเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับโมเลกุลอินทรีย์อื่น ๆ นักเคมีจะกล่าวถึงโครงสร้างของโปรตีนใน 4 ระดับคือ

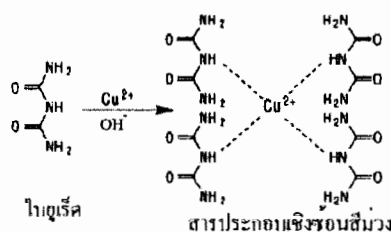
1. โครงสร้างปฐมภูมิ (primary structure) ของโปรตีนเป็นโครงสร้างที่เป็นระดับพื้นฐานที่สุดของโปรตีนเกิดจากพันธะไฮโดรเจน หรือ พันธะไดซัลไฟด์ระหว่างโมเลกุล
2. โครงสร้างทุติยภูมิ (secondary structure) เป็นโครงสร้างที่เริ่มมีแบบแผนในการเกิดพันธะไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มี 2 แบบ คือ

- แบบเกลียวแอลฟา (alpha-helix)
- แบบแผ่นเบตาชีท (beta-sheet)

3. โครงสร้างตติยภูมิ (tertiary structure) จึงหมายถึง วิธีการที่โปรตีนทั้งโมเลกุลมาขดตัวในรูปร่างโดยรวมเป็น 3 มิติการขดตัวนี้จะซ้อนทับ (superimposed) บนขดของ α -helixes

4. โครงสร้างจตุรภูมิ เป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นไปกว่าโครงสร้างแบบตติยภูมิมาก เกิดจากการรวมตัวของหน่วยย่อยชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันของโครงสร้างตติยภูมิ โดยมีแรงยึดเหนี่ยวเหมือนกับในโครงสร้างทุติยภูมิ และตติยภูมิ ลักษณะโครงสร้างใหม่ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างตติยภูมิซึ่งเป็นหน่วยย่อย โดยอาจมีการรวมตัวกันเป็นก้อนกลม เช่น ฮีโมโกลบิน หรือเป็นมัดคล้ายเส้นใย เช่น คอลลาเจน

การทดสอบโปรตีนโดยใช้สารละลาย CuSO_4 ใน NaOH เรียกว่า biuret test ซึ่งจะให้สีน้ำเงินปนม่วงซึ่งเป็นสีของสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดงกับสารที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไปวิธีการนี้ใช้ทดสอบเฉพาะสารที่มีพันธะเพปไทด์ในโมเลกุลเท่านั้น



ภาพปฏิกิริยาไอยูเรต

ที่มา: ดัดแปลงจาก <http://www.piercenet.com/media/PDetectBiuretF6.gif>

การแปลงสภาพโปรตีน

1. ความร้อน มีผลให้สมบัติของโปรตีนเปลี่ยน แปลงไปได้ เช่น ไข่ขาวดิบละลายน้ำได้ แต่ถ้าต้มไข่ขาวให้สุกจะไม่ละลายน้ำ การต้มไข่ในน้ำที่อุณหภูมิ 100°C จะทำให้โปรตีนในไข่แข็งตัว
2. สารละลายกรดและสารละลายเบส ทำให้โปรตีนตกตะกอน เช่น เติมสารละลายกรดแอสซิดิก หรือสารละลาย NaOH ลงในนมหรือไข่ขาวดิบ จะเกิดการจับตัวเป็นก้อนและตกตะกอน
3. แอลกอฮอล์ ทำให้โปรตีนแปลงสภาพได้เช่นเดียวกับกรดเบส
4. ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอซีโตน มีผลทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนแปลงได้
5. โลหะหนัก เช่น สารประกอบของตะกั่ว แคดเมียม โปรอท ทำให้โปรตีนตกตะกอน
6. รังสีต่าง ๆ มีผลเช่นเดียวกับความร้อน

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อคะแนนเต็ม 40 คะแนน เวลา 60 นาที

- ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X หน้าตัวเลือก ก, ข, ค หรือ ง (1 คะแนน)

- เขียนอธิบายคำตอบ (1 คะแนน) และทำเครื่องหมาย ✓ หน้าตัวเลือก มั่นใจ/ไม่มั่นใจ

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม. 4 - 6/7

ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต

1. คาร์โบไฮเดรตข้อใดต่อไปนี้ เป็น มอนอแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ และพอลิแซคคาไรด์ตามลำดับ

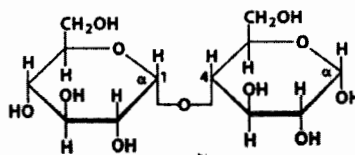
- ก. ฟรักโทส มอลโทส กาแลกโทส ข. กลูโคส ซูโครส แป้ง
ค. มอลโทส ซูโครส ไกลโคเจน ง. เซลลูโลส แลคโทส ฟรักโทส

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

2. โครงสร้างนี้เป็นน้ำตาลชนิดใด



- ก. มอลโทส/ไดแซคคาไรด์ ข. กลูโคส/มอนอแซคคาไรด์
ค. เซลลูโลส/พอลิแซคคาไรด์ ง. แมนโนส/ไดแซคคาไรด์

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

3. ตารางแสดงผลการทดสอบ A, B และ C มีดังนี้

สาร	เบเนดิกต์	ไอโอดีน
A	สารละลายสีฟ้า	สารละลายสีน้ำตาลแดง
B	ตะกอนสีน้ำตาลแดง	สารละลายสีน้ำตาลแดง
C	สารละลายสีเขียวขุ่น มีตะกอนสีน้ำตาลแดงเล็กน้อย	สารละลายสีน้ำเงิน

A, B และ C คือ สารใด

ก. A: โจ๊ก B: กลูโคส C: ข้าวขาว

ข. A: ข้าวขาว B: ข้าวมอลต์ C: โจ๊ก

ค. A: กลูโคส B: เจลาติน C: เนย

ง. A: เนย B: ขนมปิ้ง C: นม

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

4. ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มหนึ่ง ได้นำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาใช้ในการทำโครงการ โดยนำวัตถุดิบ X ไปหมักกับยีสต์ ซึ่งพบว่าเกิดสารที่สามารถช่วยให้ติดได้ และสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของน้ำมันเบนซินเพื่อผลิตเป็นแก๊สโซฮอล์ สาร X เป็นวัตถุดิบชนิดใดเหมาะสมที่สุด

ก. อ้อย

ข. ถั่วเขียว

ค. กระดองปู

ง. เปลือกกุ้ง

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

5. นำน้ำตาลมาทดสอบด้วยการต้มกับสารละลายเบเนดิกต์ผลการทดสอบพบว่าได้ตะกอนสีแดงอิฐ ข้อใดอธิบายการทดลองได้ถูกต้องที่สุด

ก. โมโนแซ็กคาไรด์ที่ทำให้ได้ตะกอนสีแดงอิฐ คือ กลูโคส เท่านั้น

ข. ตะกอนสีแดงอิฐ คือ CuO ที่เกิดขึ้นจากสารละลายเบเนดิกต์ออกซิไดส์น้ำตาล

ค. โมโนแซ็กคาไรด์และไดแซ็กคาไรด์สามารถทำให้เกิดตะกอนสีแดงอิฐได้ทั้งหมด

ง. ไดแซ็กคาไรด์สามารถทำให้เกิดตะกอนสีแดงอิฐได้ทั้งหมด ยกเว้นซูโครส

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

6. ในการทดสอบอาหารกลางวันมื้อหนึ่ง ได้ผลดังนี้

วิธีการทดสอบ	ผลที่สังเกตได้
สารละลายไอโอดีน	สารละลายสีน้ำเงิน
สารละลายเบเนดิกต์	สารละลายสีฟ้า
สารละลายไบยูเรต	สารละลายสีม่วง
ตะกอนกระดาษ	โปร่งแสง

อาหารที่นำมาทดสอบน่าจะเป็นอาหารชุดใดต่อไปนี้

ก. กล้วยฉาบ - น้ำอ้อยลม

ข. สลัดผลไม้ - นมเปรี้ยว

ค. มันฝรั่งบด - น้ำผลไม้

ง. ขนมปังทาเนย - นมถั่วเหลือง

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

9. ข้อมูลในภาพหมายถึงอะไร

- ก. ไมเซลล์
- ข. ไนลอน
- ค. กรดอะมิโน
- ง. พอลิแซ็กคาไรด์

เพราะ.....

☐ มันใจ

☐ ไม่มันใจ

10. หนูนามีน้ำมันมะกอกที่เหลือใช้จะนำมาใช้ประโยชน์โดยผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ให้เป็นผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด หนูจะใช้สารใดเพิ่มลงไปจึงจะเหมาะสมและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเรียกว่าอะไร

- ก. วิตามิน อี/ปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- ข. ออกซิเจน/ปฏิกิริยาการเผาไหม้
- ค. โซดาไฟ/ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
- ง. หัวน้ำหอม/ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน

เพราะ.....

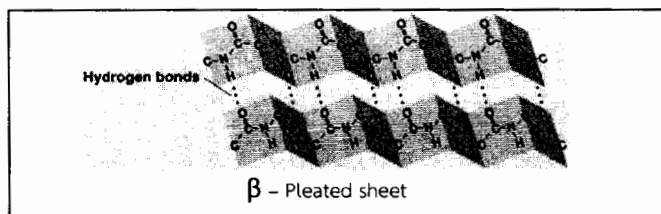
☐ มันใจ

☐ ไม่มันใจ

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม. 4 - 6/9

ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก

11. รูปแบบ “แผ่นพริตปี้ด้า” ของสายพอลิเปปไทด์ จัดอยู่ในโครงสร้างระดับใดของโปรตีน



- ก. ปฐมภูมิ
- ข. ทติยภูมิ
- ค. ตติยภูมิ
- ง. จตุรภูมิ

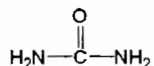
เพราะ.....

☐ มันใจ

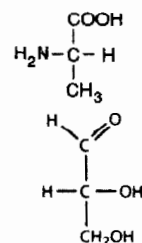
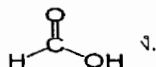
☐ ไม่มันใจ

12. โครงสร้างใดต่อไปนี้เป็น โปรตีน

- ก.
- ข.



- ค.
- ง.



16. จากการทดสอบอาหารกลุ่มหนึ่งพบว่า

สารตัวอย่าง	ผลการทดสอบ		
	ความร้อน	แอลกอฮอล์	NaOH/ CuSO ₄
A	จับตัวเป็นก้อน	จับตัวเป็นก้อน	สีม่วง
B	ละลาย	ละลาย	ตะกอนสีสีแดงอิฐ
C	ละลาย	แยกชั้นลอยอยู่ด้านบน	สีฟ้า

จากผลการทดสอบ อาหารชนิดใดที่มีโปรตีน

ก. C คือ กะทิน้ำตาลมะพร้าว

ข. B คือ มันฝรั่งทอดกรอบ

ค. A คือ สเต็กหมู

ง. A และ B คือ นมวัว C คือ วุ้นเส้น

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

17. กรดนิวคลีอิก ข้อมูลใดที่ไม่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ก. RNA ทำหน้าที่สังเคราะห์กรดอะมิโน

ข. DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์เกลียวคู่พบในนิวเคลียส

ค. RNA ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟตและ เบส

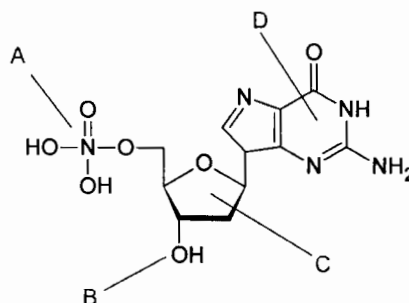
ง. DNA ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส สามหมู่ฟอสเฟตและ เบส

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

18. จากภาพตำแหน่งใดไม่ถูกต้อง



ก. ตำแหน่ง A

ข. ตำแหน่ง B

ค. ตำแหน่ง C

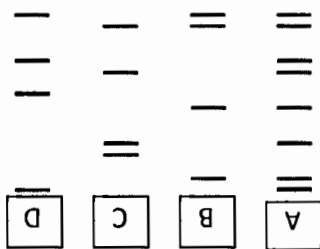
ง. ตำแหน่ง D

เพราะ.....

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

19. ภาพต่อไปนี้ แสดงแหล่งที่มาของ DNA



- A คือ ลายพิมพ์ DNA ตัวอย่างที่พบในที่เกิดเหตุ
 B คือ ลายพิมพ์ DNA ผู้เสียชีวิต
 C คือ ลายพิมพ์ DNA ผู้ต้องสงสัยคนที่ 1
 D คือ ลายพิมพ์ DNA ผู้ต้องสงสัยคนที่ 2
- จากข้อมูลข้อใดที่เชื่อมโยงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต้อง
 ก. C และ D ไม่มีความสัมพันธ์กับ B
 ข. C เป็นฆาตกรฆ่า B เพียงผู้เดียว
 ค. D เป็นฆาตกรฆ่า B เพียงผู้เดียว
 ง. C และ D เป็นฆาตกรฆ่า B

เพราะ.....

☐ ภูมิใจ

☐ ไม่ภูมิใจ

20. ส่วนที่ทาสีให้โครงสร้าง DNA เกิดการบิดเกลียว คือส่วนใด
 ก. เบสไนโตรเจน - เบสไนโตรเจน
 ข. หมู่ออสเฟต - หมู่ออสเฟต
 ค. ส่วนที่เป็นน้ำตาล - หมู่ออสเฟต
 ง. น้ำตาล C 5 อัดอ้อม - น้ำตาล C 5 อัดอ้อม

เพราะ.....

☐ ภูมิใจ

☐ ไม่ภูมิใจ

ภาคผนวก ง
แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ

**แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วย
วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุล**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งคำถามการประเมินออกเป็น 5 ด้าน คือ

- 1.1 ด้านเนื้อหา
- 1.2 ด้านกิจกรรม
- 1.3 ด้านสื่อการเรียนรู้
- 1.4 ด้านการวัดและประเมินผล
- 1.5 ด้านครูผู้สอน

2. โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมีเกณฑ์ในการพิจารณา 5 ระดับคือ

- 5 = ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 = ระดับความพึงพอใจมาก
- 3 = ระดับความพึงพอใจปานกลาง
- 2 = ระดับความพึงพอใจน้อย
- 1 = ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ตัวอย่าง

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
0 ฉันทเรียนเคมีอย่างมีความสุข	✓				

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาที่เรียนมีความเหมาะสมและมีประโยชน์					
2. รู้สึกไม่มีความสุขและไม่ภูมิใจที่ได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง					
3. เรียนแล้วทำให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น					
4. เรียนแล้วเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
5. เป็นเนื้อหาที่ท้าทายต่อการเรียนรู้					
ด้านการจัดกิจกรรม					
6. พึงพอใจที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน					
7. พึงพอใจที่ได้ทำการทดลอง อภิปรายและนำเสนอ					
8. พึงพอใจที่ได้เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการกลุ่ม					
9. ใช้ทักษะกระบวนการคิดเพื่อค้นหาคำตอบ					
10. นำความรู้และประสบการณ์ไปใช้และอธิบายสิ่งต่าง ๆ รอบตัวในชีวิตประจำวัน					
ด้านสื่อการเรียนรู้					
11. ฉันชอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียน					
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ฉันเข้าใจเนื้อหามากขึ้น					
13. มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย					
14. กิจกรรมการเรียนรู้มีภาพประกอบเนื้อหาที่ชัดเจน					
ด้านการวัดและประเมินผล					
15. ฉันไม่พึงพอใจในผลงานของตนเอง					
16. ฉันมีความพึงพอใจในการประเมินผลระหว่างจัดกิจกรรม					
17. ฉันมีโอกาสดำเนินการประเมินผลของตนเองทุกครั้ง					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านครูผู้สอน					
18. ครูมีการวางแผนการสอนและเลือกใช้สื่ออย่างหลากหลาย					
19. ครูทบทวนความรู้เดิมให้เพื่อเชื่อมโยงสู่กิจกรรมการเรียนรู้					
20. ครูคอยกระตุ้นและอำนวยความสะดวกในระหว่างทำกิจกรรม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
และการวิเคราะห์จัดกลุ่มผู้เรียน

ตารางที่ จ.1 การประเมินความสอดคล้อง (IOC) เกี่ยวกับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. เนื้อหามีความต่อเนื่อง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. ความละเอียดของเนื้อหาเหมาะสม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. เนื้อหาเหมาะสำหรับผู้เรียน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. ตัวอย่างประกอบชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
กิจกรรมการทดลอง/ทักษะกระบวนการ					
1. กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. กิจกรรมความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	1	1	0	0.67	ใช้ได้
4. เรียงลำดับกิจกรรมอย่างเหมาะสม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. อุปกรณ์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม	1	0	1	0.67	ใช้ได้
7. กิจกรรมบูรณาการกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. เกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ใบกิจกรรมและแบบทดสอบ					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	1	0	1	0.67	ใช้ได้
3. ครอบคลุมเนื้อหา	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ จ.2 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	แปลผล
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	0	1	1	0.67	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	0	1	0.67	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	0	0.67	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	0	1	0.67	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	0	0.67	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ จ.3 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามระดับความสามารถของบลูม
(Bloom's Revised Taxonomy)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	แปลผล
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	0	0.67	ใช้ได้
4	1	1	0	0.67	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	0	1	0.67	ใช้ได้
8	1	1	0	0.67	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	0	1	0.67	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	0	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ จ.4 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ

ข้อที่	p	แปลความหมาย	r	แปลความหมาย	แปลผล
1	0.80	ง่ายมาก	0.35	พอใช้	ใช้ได้
2	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.33	พอใช้	ใช้ได้
3	0.37	ค่อนข้างยาก	0.47	ดี	ใช้ได้
4	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.56	ดี	ใช้ได้
5	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.65	ดีมาก	ใช้ได้
6	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ใช้ได้
7	0.46	พอใช้	0.54	ดี	ใช้ได้
8	0.24	ค่อนข้างยาก	0.62	ดีมาก	ใช้ได้
9	0.40	พอใช้	0.43	ดี	ใช้ได้
10	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.69	ดีมาก	ใช้ได้
11	0.49	พอใช้	0.49	ดี	ใช้ได้
12	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.33	พอใช้	ใช้ได้
13	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.65	ดีมาก	ใช้ได้
14	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้	ใช้ได้
15	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.32	พอใช้	ใช้ได้
16	0.35	ค่อนข้างยาก	0.46	ดี	ใช้ได้
17	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.69	ดีมาก	ใช้ได้
18	0.54	พอใช้	0.55	ดี	ใช้ได้
19	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.65	ดีมาก	ใช้ได้
20	0.49	พอใช้	0.49	ดี	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.881 มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

การจัดกลุ่มผู้เรียนตามความสามารถ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มโดยละความสามารถ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการจัดกลุ่มนักเรียน โดยนำคะแนนจากผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนมาเรียงลำดับผลการเรียนเฉลี่ยจากสูงไปต่ำ จากนั้นจัดนักเรียนที่มีคะแนนสูง 11 คนแรกเป็นกลุ่มนักเรียนเก่ง 22 คนต่อไปเป็นกลุ่มนักเรียนปานกลาง และ 11 คนสุดท้ายเป็นกลุ่มนักเรียนอ่อน จากนั้นจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยโดยแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน เป็นอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามหลักการจัดการเรียนของ (กัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ, 2553; ปฐมาวดี พลศักดิ์, 2557) ซึ่งได้กลุ่มย่อยทั้งหมด 9 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 5 คน ซึ่งได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยมีรายละเอียด ดังแสดงใน ตารางที่ จ.5

ตารางที่ จ.5 การจัดกลุ่มนักเรียนโดยพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ย (GPA) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ระดับความสามารถ	ผลการเรียนเฉลี่ย	เลขที่	กลุ่ม
กลุ่มเก่ง	3.67	30	1
	3.62	32	2
	3.60	17	3
	3.53	10	4
	3.53	13	5
	3.48	8	6
	3.48	26	7
	3.43	22	8
	3.43	35	9
	3.40	16	1
	3.40	20	2
กลุ่มปานกลาง	3.40	29	3
	3.39	28	4
	3.39	31	5
	3.34	7	6
	3.34	40	7
	3.32	43	8
	3.32	42	9

ตารางที่ จ.5 การจัดกลุ่มนักเรียนโดยพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ย (GPA) ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2557 (ต่อ)

ระดับความสามารถ	ผลการเรียนเฉลี่ย	ลำดับเลขที่	กลุ่ม
กลุ่มปานกลาง	3.29	18	1
	3.29	41	2
	3.28	9	3
	3.15	34	4
	3.10	39	4
	3.09	23	6
	3.06	27	7
	3.06	36	8
	3.04	19	9
	3.00	5	1
	3.00	12	2
	2.93	21	3
	2.87	11	4
	2.85	24	5
กลุ่มอ่อน	2.82	1	6
	2.82	15	7
	2.75	4	8
	2.71	2	9
	2.71	6	1
	2.65	44	2
	2.54	37	3
	2.39	25	4
	2.32	14	5
	2.25	33	6
	2.16	33	7
	2.00	3	8

จากการพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ย (GPA) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนสตรีศรีเกศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ สามารถจัดกลุ่มนักเรียนได้
ดังตารางที่ จ.6

ตารางที่ จ.6 การจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน

กลุ่ม	นักเรียนเลขที่
1	6, 5, 16, 18, 30
2	12, 20, 32, 41, 44
3	9, 17, 21, 29, 37
4	10, 11, 25, 28, 34
5	13, 14, 24, 31, 39
6	1, 7, 8, 23, 33
7	15, 26, 27, 38, 40
8	3, 4, 22, 36, 43
9	2, 12, 39, 42

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวปราณული นนทะวัน

ประวัติการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, พ.ศ. 2552
ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ (เคมี)

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2552-2555
ครูโรงเรียนบ้านเหลื่อมพิทยาสรรพ์ อำเภอบ้านเหลื่อม
จังหวัดนครราชสีมา

พ.ศ. 2555 -ปัจจุบัน
ครูโรงเรียนสตรีสิริเกศ อำเภอเมืองศรีสะเกษ
จังหวัดศรีสะเกษ

ตำแหน่ง ครู

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนสตรีสิริเกศ
อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
อีเมล Pranchalee_a@hotmail.co.th

